



# UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

## TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate

Autor/es

AÍDA OJANGUREN CHASCO

Director/es

MARÍA ELENA GONZÁLEZ FANDOS y FRANCISCO JOSE CASTILLO RUIZ

Facultad

Facultad de Ciencia y Tecnología

Titulación

Grado en Ingeniería Agrícola

Departamento

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Curso académico

2019-20



***Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate***, de AÍDA  
OJANGUREN CHASCO

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative  
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los  
titulares del copyright.

© El autor, 2020

© Universidad de La Rioja, 2020

[publicaciones.unirioja.es](http://publicaciones.unirioja.es)

E-mail: [publicaciones@unirioja.es](mailto:publicaciones@unirioja.es)



# **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA**

TRABAJO FIN DE  
GRADO

Grado en Ingeniería Agrícola

---

## **PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE**

---

Alumna

Aída Ojanguren Chasco

Tutores

María Elena González Fandos

Francisco Jose Castillo Ruiz

**Logroño, Septiembre de 2020**



# PROCESSING PLANT FOR THE PRODUCTION OF TOMATO PRODUCTS

---

This project is written as an end-of-degree project, with the aim of obtaining a graduate degree in agricultural engineering.

This Project consists of the design of a processing plant for tomato products, located in Viana (Navarra).

For this purpose, the different installations have been calculated and the equipment and technology necessary for the proper functioning of the industry have been described and detailed.

All the information is perfectly described and detailed in the annexes and plans included in this document.





**ÍNDICE GENERAL**

Documento nº1: Memoria y anejos a la memoria

Documento nº2: Planos

Documento nº3: Pliego de Condiciones

Documento nº4: Presupuesto



# DOCUMENTO N°1 MEMORIA Y ANEJOS

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE



# MEMORIA

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

## ÍNDICE

1. Antecedentes .....	3
2. Objeto del proyecto .....	3
3. Promotor, situación y emplazamiento .....	3
4. Condiciones urbanísticas.....	3
5. Plan productivo .....	4
5.1 Necesidades de materia prima, ingredientes y aditivos .....	6
5.2 Necesidades de materias auxiliares .....	7
5.2.1 Necesidades de envases y etiquetas .....	7
5.2.2 Necesidades de cajas y palés .....	8
5.2.3 Necesidades de personal.....	9
6. Tecnología del proceso productivo .....	9
6.1 Línea de operaciones comunes .....	9
6.2 Línea de operaciones del tomate triturado gourmet.....	11
6.3 Línea de operaciones del ketchup.....	12
6.4 Diagramas de flujo en campaña .....	13
6.5 Diagrama de flujo fuera de campaña .....	14
7. Ingeniería del proceso productivo .....	15
8. Descripción de la ingeniería de las obras .....	16
8.1 Descripción del diseño. Superficies.....	16
8.2 Movimiento de tierras.....	17
8.3 Cimentaciones .....	17
8.4 Estructura .....	18
8.5 Cubierta .....	18
8.6 Cerramiento .....	18
8.7 Soleras, pavimentos y falso techo .....	19
8.8 Carpintería.....	19
9. Descripción de las instalaciones.....	19
9.1 Instalación de saneamiento .....	19
9.1.1 Red de aguas pluviales .....	20
9.1.2 Red de aguas fecales .....	20
9.1.3 Red de aguas residuales .....	21

9.2	Instalación de fontanería .....	21
9.2.1	Red de agua fría.....	22
9.2.2	Red de agua caliente .....	23
9.3	Instalación de protección contra incendios .....	23
9.4	Instalación frigorífica.....	24
9.5	Instalación de aire comprimido.....	25
9.6	Instalación de vapor .....	26
9.7	Instalación eléctrica.....	27
10.	Control de calidad .....	28
10.1	Control en la recepción de materias primas .....	29
10.2	Control durante el proceso .....	29
10.3	Vida útil y condiciones de conservación .....	30
11.	Gestión de residuos.....	30
11.1	Residuos sólidos .....	30
11.2	Residuos líquidos.....	31
11.3	Residuos tóxicos y peligrosos.....	31
12.	Presupuesto .....	31
13.	Evaluación económica.....	32
14.	Conclusión .....	33

## 1. Antecedentes

El presente proyecto se redacta con carácter de trabajo fin de grado, con el objeto de poder obtener el Título de Graduado en Ingeniería Agrícola, especialidad en Industrias agroalimentarias, de acuerdo con el plan de estudios vigente en la Universidad de la Rioja.

## 2. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño y construcción de una planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate, situada en Viana.

Para ello se han calculado las diferentes instalaciones y se han descrito y detallado los equipos y tecnología necesarios para un buen funcionamiento de la industria.

## 3. Promotor, situación y emplazamiento

### Promotor:

Universidad de La Rioja, Facultad de Ciencia y Tecnología, sección de Industrias Agroalimentarias.

Calle Madre de Dios, 51, 26006, Logroño (La Rioja).

### Situación:

La industria está localizada en el Polígono industrial La Alberguería, situado en la localidad de Viana (Navarra).

Se va a situar en el polígono 19, parcela 445, que tiene una superficie de 144.162,50 m<sup>2</sup>, de los cuales 5.500 m<sup>2</sup> están destinados a la zona pavimentada exterior y 1.750 m<sup>2</sup> corresponden a la nave industrial.

## 4. Condiciones urbanísticas

Se deben tener en cuenta las condiciones establecidas en el Decreto Foral 84/1990, de 5 de abril, por el que se regula la implantación territorial de polígonos y actividades industriales en Navarra.

El patio exterior consta de una zona de aparcamiento con 24 plazas, una de ellas reservada para minusválidos.

Unas pequeñas zonas del patio exterior, se van a ajardinar y se van a colocar arbustos de la especie *Ligustrum vulgare*.

La parcela consta de un acceso de entrada y salida mediante puerta automática, de 10 metros de ancho, que conecta con la NA-6320.

## 5. Plan productivo

Se van a diferenciar la producción en dos épocas, la época de campaña y la época fuera de campaña.

### CAMPAÑA

La época de campaña dura unos 70 días, desde agosto hasta una parte de octubre, y en ella se va a trabajar de lunes a sábado, descansando los domingos, y los días de fiesta nacional y local.

Va a haber dos turnos de trabajo destinando media hora después de cada turno para limpieza e inspección de los equipos. Se va a elaborar tomate triturado gourmet y kétchup en ambos turnos de lunes a sábado.

A continuación, se detalla el calendario de producción semanal durante la época de campaña:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
06:00h-13:30h	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup
13:30h-14:00h	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección
14:00h-21:30h	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup
21:30h-22:00h	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección

**Tabla 1: Calendario de producción en campaña**

A continuación, se detalla la cantidad de productos elaborados a partir del tomate procesado en campaña:

Tomate gourmet		Kétchup	
Gourmet (kg/sem)	60.142,50	Kétchup (kg/sem)	60.142,50
Tomate gourmet final (kg/semana)	60.173,50	Kétchup final (kg/semana)	79.181
Gourmet (kg/día)	10.028,92	Kétchup (kg/día)	13.196,83
Gourmet (kg/h)	668,59	Kétchup (kg/h)	879,79
Nº latas/día	12.857	Nº botes/día	43.989
Nº latas/sem (780g)	77.142	Nº botes/sem (300g)	263.934
Nº latas/h	857	Nº botes/h	2.932

**Tabla 2: Cantidad de productos elaborados en campaña.**

### FUERA DE CAMPAÑA

La época fuera de campaña corresponde a los meses del año restantes, desde mediados de octubre hasta julio y en ella se va a seguir otro calendario de producción:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
06:00h-13:30h	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Kétchup	Kétchup	Kétchup
13:30h-14:00h	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección
14:00h-21:30h	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Kétchup	Kétchup	Kétchup
21:30h-22:00h	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección

**Tabla 3: Calendario de producción fuera de campaña**

En la siguiente tabla se detallan las cantidades de tomate recibido y procesado fuera de campaña:

Tomate gourmet		Kétchup	
Gourmet (kg/sem)	24.057	Kétchup (kg/sem)	56.133
Tomate gourmet final (kg/semana)	24.070	Kétchup final (kg/semana)	73.901,50
Gourmet (kg/día)	12.035	Kétchup (kg/día)	14.780,30
Gourmet (kg/h)	802,33	Kétchup (kg/h)	985,35
Nº latas/día	15.429	Nº botes/día	49.267
Nº latas/sem (780g)	30.858	Nº botes/sem (300g)	246.335
Nº latas/h	1.028	Nº botes/h	3.284

**Tabla 4: Cantidad de productos elaborados fuera de campaña**



### 5.1 Necesidades de materia prima, ingredientes y aditivos

#### CAMPAÑA

Durante la campaña, la planta va a recibir los tomates de lunes a viernes, recibiendo 150.000 kg de tomate por semana, estimando unas pérdidas de 20%, por lo que, de los 120.285 kg restantes, el 50% se destinan a la elaboración de tomate triturado gourmet, y el otro 50% a la elaboración de kétchup.

Cantidad de tomate recibido	Campaña
Kg/año	1.500.000
kg/semana	150.000
Pérdidas (kg/sem)	29.715
Tomate triturado (kg/sem)	120.285
Tomate triturado (kg/día)	20.047,50
Tomate triturado (kg/h)	1.336,50

**Tabla 5: Cantidad de tomate recibido y utilizado en campaña**

Los ingredientes y aditivos necesarios para elaborar ambos productos se detallan en la tabla siguiente. Tanto en campaña como fuera de campaña, éstos se van a recibir los lunes de cada semana.

Aditivos tomate triturado gourmet	Semanales	Anuales
Ácido cítrico (kg)	31	310
Ingredientes y aditivos kétchup	Semanales	Anuales
Vinagre (l)	4.210	42.100
Azúcar (kg)	13.232	132.320
Sal (kg)	903	9.030
Hierbas aromáticas (kg)	452	4.520
Ácido cítrico (kg)	31	310

**Tabla 6: Aditivos e ingredientes utilizados en campaña**

### FUERA DE CAMPAÑA

Fuera de campaña se van a recibir 100.000 kg de tomates por semana de invernaderos de Almería cuatro días a la semana, de lunes a jueves.

Del total de tomate recibido, va a haber un 21% de mermas durante las primeras operaciones del proceso. De los 80.190 kg restantes, el 70% está destinado a elaborar kétchup y el 30% tomate triturado gourmet.

<b>Cantidad de tomate recibido</b>	<b>Fuera de campaña</b>
Kg/año	2.700.000
kg/semana	100.000
Pérdidas (kg/sem)	19.810
Tomate triturado (kg/sem)	80.190
Tomate triturado (kg/día)	16.038
Tomate triturado (kg/h)	1.069,20

**Tabla 7: Cantidad de tomate recibido y utilizado fuera de campaña**

Los ingredientes y aditivos que se van a utilizar fuera de campaña son los siguientes:

<b>Aditivos tomate triturado gourmet</b>	<b>Semanales</b>	<b>Anuales</b>
Ácido cítrico (kg)	13	351
<b>Ingredientes y aditivos kétchup</b>	<b>Semanales</b>	<b>Anuales</b>
Vinagre (l)	3.930	106.110
Azúcar (kg)	12.350	333.450
Sal (kg)	842	22.734
Hierbas aromáticas (kg)	421	11.367
Ácido cítrico (kg)	29	783

**Tabla 8: Aditivos e ingredientes utilizados fuera de campaña**

## 5.2 Necesidades de materias auxiliares

### 5.2.1 Necesidades de envases y etiquetas

Los envases que se van a utilizar para el envasado de los productos son botes de plástico de 300 gramos para el envasado del kétchup y latas de 780 gramos para el tomate triturado gourmet.

Necesidades de envases/semana	Fuera de campaña	Campaña
Nº envases de plástico (300g)	246.335	263.934
Nº latas (780g)	30.858	77.142

**Tabla 9: Necesidades de envases**

Para el etiquetado se van a utilizar rollos de 2000 etiquetas cada uno, de diferentes dimensiones para cada producto.

Para el ketchup se van a utilizar etiquetas con unas dimensiones de 40x25 mm, y para el tomate triturado gourmet las etiquetas serán de 105x148 mm.

Rollos de etiquetas/semana	Fuera de campaña	Campaña
Rollos etiquetas ketchup (40x25 mm)	124	132
Rollos etiquetas tomate triturado gourmet (105x148 mm)	16	38

**Tabla 10: Necesidades de etiquetas**

### 5.2.2 Necesidades de cajas y palés

Para el tomate triturado gourmet las cajas utilizadas tienen unas dimensiones de 400x200x200 mm.

Para el ketchup las cajas son de 240x360x300 mm.

Materias auxiliares ketchup	Fuera de campaña	Campaña
Nº cajas/semana	16.423	17.596
Nº palés/semana	567	607

**Tabla 11: Necesidades de cajas y palés para ketchup**

Materias auxiliares tomate triturado gourmet	Fuera de campaña	Campaña
Nº cajas/semana	3.858	9.643
Nº palés	81	201

**Tabla 12: Necesidades de cajas y palés para tomate triturado gourmet**

En el “Anejo 3: Tecnología de proceso”, se detalla con mayor detalle la justificación de las necesidades de cajas y palés.

### 5.2.3 Necesidades de personal

A continuación, se detallan las necesidades de personal para realizar el trabajo diario en la industria:

<b>Nº de trabajadores</b>	<b>Fuera de campaña</b>	<b>Campaña</b>
Director general	1	1
Director comercial	1	1
Auxiliar administrativo	1	1
Director de producción	1	1
Técnico de laboratorio	1	1
Operarios zona de recepción y pesado	1	2
Operarios zona de lavado, selección, triturado y tamizado	3	3
Operarios depósitos de mezclado	2	4
Operarios zona de envasado	2	4
Operarios zona de expedición y producto terminado	1	3
Técnicos de mantenimiento	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>23</b>

**Tabla 13: Necesidades de personal**

## 6. Tecnología del proceso productivo

### 6.1 Línea de operaciones comunes

#### 1. Recepción, pesado y almacenamiento

La recepción de la materia prima es el primer paso en el proceso productivo. En esta etapa se toman algunas muestras representativas de los tomates recibidos para analizarlos y realizar los controles de calidad oportunos. También se realiza el pesado de la materia prima recibida.

En este paso se va a realizar una clasificación de los tomates de color rojo intenso que van a ser los destinados a elaborar tomate triturado gourmet, por un lado, y los tomates menos maduros, destinados a la elaboración de ketchup por otro lado.

Seguidamente los tomates se almacenan en la cámara frigorífica a una temperatura de 10°C y a una humedad relativa entre el 80 y el 90%.

Además de los tomates, también se reciben el resto de los ingredientes y aditivos necesarios para elaborar los productos: vinagre, sal, azúcar, hierbas aromáticas y ácido cítrico. Estos ingredientes se almacenan en el almacén destinado a guardar los ingredientes y aditivos, y no necesitan condiciones especiales de almacenamiento.

## 2. Lavado

Los operarios son los encargados de transportar los tomates en sus respectivos big box mediante carretillas elevadoras hasta los equipos de lavado.

Los tomates se introducen en un equipo de lavado por inmersión y aspersión, que reduce la carga microbiana de la superficie y elimina los residuos sólidos.

## 3. Selección

Después del lavado, los tomates llegan al equipo de selección a través de una cinta transportadora.

Esta etapa tiene como objetivo la retirada de los tomates defectuosos, es decir, aquellos que estén podridos, rotos, verdes o golpeados, los restos vegetales o cualquier objeto extraño.

Se utiliza un equipo de selección óptica que rechaza los tomates que no cumplen con los parámetros establecidos por la industria.

## 4. Triturado

Esta etapa consiste en triturar los tomates seleccionados anteriormente para obtener pulpa de tomate, mezclada con trozos de piel y pepitas.

El tomate triturado pasa a la siguiente operación a través de una tubería impulsada por una bomba.

## 5. Escaldado

Tiene como objetivo la inactivación de la actividad enzimática, sobre todo de las pectinasas, para que el producto no pierda viscosidad ni consistencia. A su vez, se consigue reducir la carga microbiana en un 90%.

Se utiliza un escaldador de vapor, donde se introduce el producto en una atmósfera de vapor y se calienta a 80°C durante 2 minutos.

## 6. Enfriamiento

Es necesario realizar un enfriamiento rápido posterior al escaldado para evitar la proliferación de microorganismos termófilos.

Esta operación se realiza en el mismo equipo de escaldado, en la etapa final.

Para ello se recircula aire por unos ventiladores y pasa por un intercambiador, enfriando el producto hasta los 2°C. El producto final es descargado a 10°C.

## 7. Tamizado

El objetivo del tamizado es eliminar los restos de pieles y pepitas para obtener la pulpa del tomate.

## 8. Desaireado

Tiene como objetivo la eliminación de oxígeno y otros gases como el CO<sub>2</sub> aplicando vacío. Evita la eliminación de aromas, mantiene el color y evita reacciones de oxidación.

### 6.2 Línea de operaciones del tomate triturado gourmet

#### 1. Mezclado

Se realiza el mezclado del tomate triturado en los depósitos de mezclado con el ácido cítrico, en una proporción de ácido cítrico del 0,5%.

#### 2. Envasado

Se realiza el envasado del producto obtenido de la mezcla del tomate triturado con el ácido cítrico utilizando una envasadora automática de latas, que son selladas herméticamente aplicando vacío.

#### 3. Esterilización

Una vez envasado el producto, las latas se introducen manualmente en el autoclave, que trabaja a una temperatura de 120°C, con el objetivo de destruir todas las bacterias y esporas y permitir una buena conservación del producto.

#### 4. Etiquetado

Cada una de las latas se etiqueta automáticamente con un equipo automático. Las latas se introducen en el equipo manualmente.

### 6.3 Línea de operaciones del ketchup

#### 1. Mezclado

Consiste en la mezcla del tomate triturado con los ingredientes que se añaden manualmente: vinagre, sal, azúcar, hierbas aromáticas y ácido cítrico. La mezcla se realiza en los depósitos de mezclado, y el tomate triturado llega a ellos a través de tuberías.

#### 2. Esterilización

Una vez realizada la mezcla, se procede a su esterilización.

El tratamiento de esterilización se va a realizar a 100°C durante 12 minutos, ya que el ketchup tiene un pH alrededor de 3,9, por lo que es improbable que haya riesgo de contaminación por *Clostridium botulinum*. Esto hace que no sea necesario aplicar temperaturas más altas que provocarían pérdidas organolépticas innecesarias en el producto.

Es necesario que el producto se enfríe antes de proceder a su envasado.

#### 3. Envasado y etiquetado

Para el envasado del ketchup se va a utilizar una envasadora aséptica automática, que introduce el ketchup en sus respectivos botes.

## 6.4 Diagramas de flujo en campaña

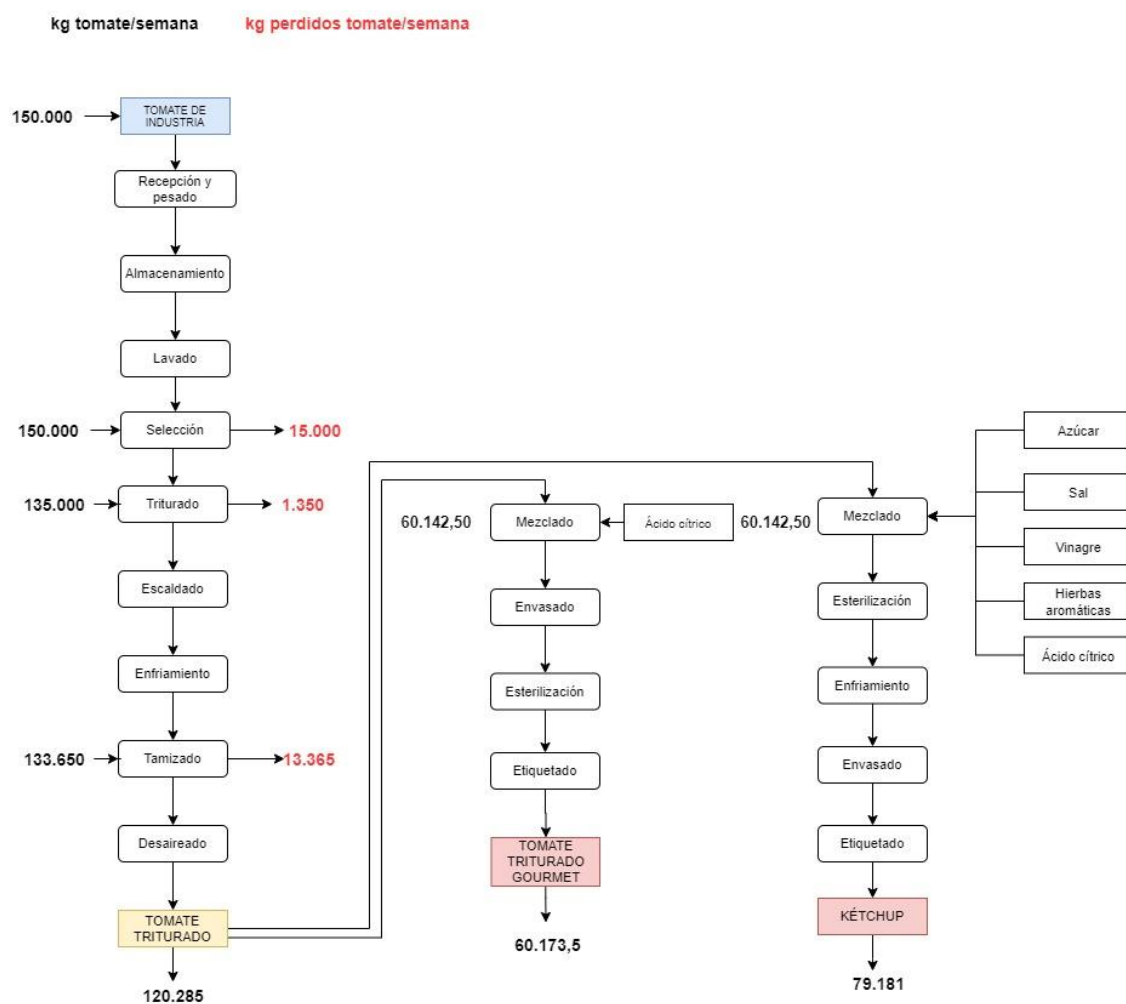


Diagrama 1: Diagrama de flujo del proceso fuera de campaña



## 6.5 Diagrama de flujo fuera de campaña

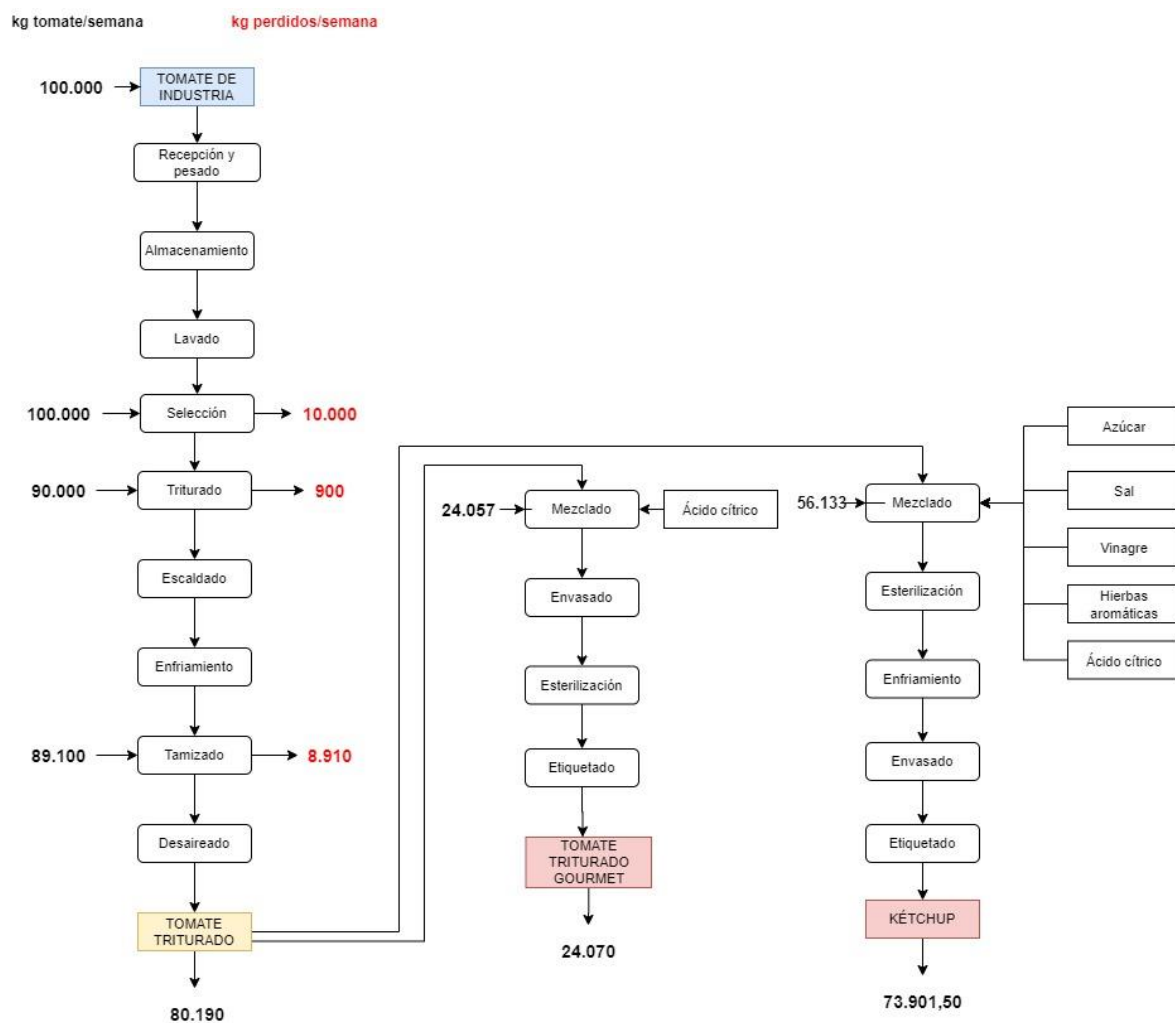


Diagrama 2: Diagrama de flujo del proceso fuera de campaña

## 7. Ingeniería del proceso productivo

A continuación, se especifican los equipos utilizados en el proceso productivo.

<b>Equipo</b>	<b>Dimensiones (m)</b>	<b>Unidades</b>
Báscula para camiones	12 x 3	1
Lavadora por aspersión e inmersión	2,33 x 1,02 x 1,73	2
Cinta de selección óptica	3,12 x 1,85 x 1,75	1
Trituradora	0,6 x 0,5 x 0,85	1
Escaldador	11,5 x 3,2 x 2,8	1
Tamiz	1,5 x 0,6 x 1,5	1
Desaireador	1 x 0,8 x 1,5	1
Depósitos de mezclado	1,55 x 1,12 x 2,37	4
Envasadora de latas	2 x 0,65 x 1,5	1
Autoclave	5 x 1,5 x 1,5	2
Etiquetadora de latas	3,5 x 2 x 1,5	1
Esterilizador	2,85 x 1,55 x 1,9	1
Depósito estéril	1 x 1 x 2,5	1
Envasadora de botes	1,1 x 0,8 x 1,6	1
Etiquetadora de botes	3,5 x 2 x 1,5	1
Encajadora-paletizadora	8 x 2,3 x 2	1
Equipo de limpieza CIP	1,8 x 1,25 x 2,10	1
Carretilla	3,05 x 0,94 x 4,57	3
Compresor	-	1
Caldera	-	1
Bomba de desplazamiento positivo	-	1

**Tabla 14: Equipos utilizados en el proceso productivo**

En el “Anejo 4: Ingeniería del proceso productivo”, se detallan con mayor detalle las características técnicas de los equipos utilizados.

## 8. Descripción de la ingeniería de las obras

### 8.1 Descripción del diseño. Superficies.

La industria se va a ubicar en una nave de dimensiones 70 x 25 m y 7,5 m de altura, con una superficie total de 1.750 m<sup>2</sup>.

Para el dimensionamiento de la industria y de cada una de las zonas, se han tenido en cuenta las características del proceso productivo y sus particularidades, así como las actividades que se van a desarrollar en cada una de ellas.

A continuación, se detalla la superficie útil destinada a cada dependencia:

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )
Recepción	16,92
Cámara frigorífica	49,15
Zona de lavado	49
Zona de proceso	425,17
Zona de envasado y expedición	305,52
Almacén de envases y embalajes	44,58
Almacén de producto terminado	105,37
Muelle de expedición	38,10
Recepción de ingredientes y aditivos	14
Almacén de ingredientes y aditivos	81,13
Sala de limpieza CIP	16
Sala de calderas	20
Laboratorio	54,14
Aseos y vestuarios mujeres	56,40
Aseos y vestuarios hombres	56,40
Comedor	19
Aseos operarios	15
Recepción	29,34
Oficinas	26,46
Sala de reuniones	18,36

Aseos oficinas	14,79
Pasillo A	161,30
Pasillo B	20,52
Pasillo C	12,67
Pasillo D	20,30

**Tabla 15: División de zonas de la nave**

En el “Anejo 7: Distribución en planta” se encuentra detallada la información de cada zona con las superficies destinadas a su uso.

La distribución en planta queda reflejada en el “Plano 2: Distribución en planta”.

## 8.2 Movimiento de tierras

Se va a realizar un desbroce y una limpieza superficial del terreno previos al comienzo de las obras. Es necesario retirar la capa vegetal que cubre la parcela a edificar y realizar la excavación para el alojamiento de la cimentación.

## 8.3 Cimentaciones

La normativa utilizada para el cálculo de la obra civil es la siguiente:

- DB-SE-AE documento básico de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación
- EHE Instrucción del hormigón estructural
- DB-SE-A del acero estructural

La cimentación de la nave está compuesta por zapatas aisladas de hormigón armado, centradas bajo pilar.

El hormigón empleado es el HA-25/P 25/IIa con una resistencia característica de 25 N/mm<sup>2</sup>.

El acero utilizado es de tipo B400S, con una resistencia característica de 400 N/mm<sup>2</sup>.

Se va a aplicar una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor.

La cimentación se compone de 30 zapatas de dimensiones 3 x 5 x 1,25 m, donde se alojan los pilares de los extremos de los pórticos, y de 8 zapatas de dimensiones 3 x 2 x 1,25 m, en las cuales se alojan los pilares intermedios.

La armadura primaria de las zapatas de los extremos está formada por 15 barras de  $\varnothing = 25$  mm con una separación de 22 cm entre ellas y la armadura secundaria está formada por 21 barras de  $\varnothing = 20$  mm, con una separación de 25 cm entre ellas.

La armadura primaria de las zapatas intermedias está formada por 11 barras de  $\varnothing = 25$  mm con una separación entre ellas de 30 cm y la armadura secundaria está formada por 8 barras de  $\varnothing = 32$  mm con una separación de 29 mm entre ellas.

En el “Anejo 8: Obra civil”, “Plano 5: Planta de cimentación” y “Plano 5.1: Detalles de cimentación” se encuentra detallada la información.

#### 8.4 Estructura

La estructura está compuesta por pórticos a dos aguas, con pendiente del 12%.

- Luz del pórtico: 25 m
- Longitud: 70 m
- Altura del pilar: 6 m
- Altura a cumbrera: 7,5 m
- Pendiente cubierta: 6,84 °
- Distancia entre correas de cubierta: 2,09
- Distancia entre pórticos: 5 m
- Número de pórticos: 15

Para las correas de cubierta, de fachada lateral y del muro piñón se ha elegido un perfil UPN 120.

Para los pilares de los pórticos extremos y para los dinteles, se ha elegido un perfil HEA 500 y para los pilares intermedios un perfil HEA 240.

Toda la información relativa al cálculo y diseño de la estructura se encuentra detallada en el “Anejo 8: Obra civil” y en el “Plano 6: Secciones estructurales”.

#### 8.5 Cubierta

La cubierta de la nave tiene una pendiente del 12% y está cubierta de panel de chapa de acero prelacado en la cara exterior y galvanizado en la cara interior, con interior de espuma de poliuretano, con un espesor total de 30 mm.

Toda la información relativa al cálculo y diseño de la cubierta se encuentra detallada en el “Anejo 8: Obra civil” y en el “Plano 7: Estructura de cubierta”.

#### 8.6 Cerramiento

El cerramiento exterior de la industria está formado por panel metálico tipo sándwich prelacado, con interior de espuma de poliuretano de 50 mm de espesor.

La tabiquería de la zona social, oficinas y laboratorio es simple de ladrillo hueco de dimensiones 24x12x4 cm.

En el resto de las zonas de la industria se colocan cerramientos de panel de poliestireno expandido de chapa prelacado y galvanizado de 30 mm de espesor.

### 8.7 Soleras, pavimentos y falso techo

Toda la solera de la nave es de hormigón armado HA-25/16/IIA de 10 cm de espesor con una resistencia de 25 N/mm<sup>2</sup>.

El pavimento de todas las zonas excepto la zona social es de hormigón armado HA-25/B/20/IIa cubierto con resina epoxi incolora antideslizante. Se van a realizar pendientes hacia los sumideros de limpieza en todas las zonas.

En la zona social se van a colocar baldosas de gres de 41x41 cm.

Se va a colocar un falso techo continuo de cartón yeso de 12,5 mm de espesor situado a 6 m del nivel del suelo.

### 8.8 Carpintería

Se van a colocar puertas de 0,85x2m de una hoja en las entradas de personal tanto del exterior como en el interior y una puerta de dos hojas de salida al exterior de 1,90x2 m.

En el interior se van a colocar puertas apilables de apertura rápida de lona de PVC en las zonas de procesado y almacenes de 2,50x2,50 m y de 2,50x3 m.

Para la cámara frigorífica se va a instalar una puerta estanca al aire de acero de 2,50x3 m, y al final del pasillo central

## 9. Descripción de las instalaciones

### 9.1 Instalación de saneamiento

Para el dimensionamiento de la red de saneamiento se ha empleado el Documento Básico de Salubridad, CTE DB HS 5.

La red de saneamiento se compone de tres líneas:

-Red de aguas pluviales: esta red se encarga de recoger y evacuar el agua de la lluvia y de la nieve de la cubierta y de la zona pavimentada exterior.

-Red de aguas fecales: esta red se encarga de evacuar las aguas procedentes de los aparatos sanitarios instalados en la industria.

-Red de aguas residuales: es la red encargada de evacuar el agua procedente de la limpieza y proceso productivo en la industria.

El cálculo y diseño de la red de saneamiento se encuentra detallado en el “Anejo 9: Red de saneamiento y aguas pluviales” en el “Plano 8: Red de saneamiento: pluviales” y “Plano 9: Red de saneamiento: residuales y fecales”.

#### 9.1.1 Red de aguas pluviales

Esta red se compone de los siguientes elementos:

-**Canalones:** son de PVC con  $\varnothing = 125$  mm y recogen el agua de la cubierta en posición horizontal.

-**Bajantes:** la industria cuenta con 7 bajantes a cada lado, de un  $\varnothing = 125$  mm. Se encargan de la conducción del agua verticalmente hasta las arquetas situadas a pie de bajante.

-**Colectores:** son los encargados de conducir el agua horizontalmente de forma subterránea hasta el pozo de registro. Son de PVC, con una pendiente del 2% y tienen un  $\varnothing = 200$  mm del tramo 1 al 15, y un  $\varnothing = 250$  mm el tramo 16.

-**Arquetas:** recogen el agua de los colectores, bajantes y derivaciones. Se van a instalar 16 arquetas a pie de bajante de unas dimensiones de 60x70 cm.

-**Canaletas:** se van a instalar 7 canaletas en la zona pavimentada de 1x0,2 m.

-**Pozo de registro:** es el punto de vertido de las aguas pluviales.

#### 9.1.2 Red de aguas fecales

Para el dimensionamiento de la red de aguas fecales se tienen en cuenta los aparatos sanitarios instalados en la industria.

La instalación de saneamiento de aguas fecales está compuesta por los siguientes elementos:

-**Botes sifónicos:** se han calculado en función de los aparatos sanitarios instalados en la industria y tienen un  $\varnothing = 110$  mm ya que es el mayor diámetro de los aparatos sanitarios instalados.

-**Colectores horizontales:** tienen un  $\varnothing = 110$  mm y una pendiente del 2% y son de polietileno reticulado.

-**Ramales colectores:** tienen un  $\varnothing = 110$  mm y son de polietileno reticulado.

-**Arqueta sifónica:** se van a instalar arquetas sifónicas de unas dimensiones de 50x50 cm.

-**Pozo de registro:** es el punto de vertido de las aguas fecales.

### 9.1.3 Red de aguas residuales

La red de aguas residuales está compuesta por:

**-Sumideros sifónicos:** se van a instalar en cada zona de procesado, así como en todos los almacenes de la industria, para recoger el agua de la solera que tiene una pendiente del 2% y evitar la formación de balsas.

**-Botes sifónicos:** tienen un  $\varnothing = 110$  mm.

**-Ramales colectores y colectores horizontales:** tienen un  $\varnothing = 110$  mm para evitar posibles atascos y obturaciones de las tuberías. Son de polietileno reticulado.

**-Arquetas:** se van a instalar 25 arquetas de ladrillo de fábrica de unas dimensiones de 50x50 cm.

**-Pozo de registro:** es el punto de vertido de las aguas residuales.

### 9.2 Instalación de fontanería

Para el cálculo y diseño de la instalación de fontanería de la industria se ha seguido lo establecido en el CTE DB-HS 4 Suministro de Agua.

El suministro de agua se hace a través de la red general de abastecimiento lo que garantiza la calidad del agua que llega a la industria.

Los datos utilizados para el dimensionamiento de la instalación de fontanería se detallan a continuación:

- Caudal de la acometida: 2,6 l/s
- Presión de la acometida: 500 kPa
- Material: polietileno reticulado (PEX)
- Rugosidad del material: 0,007 mm
- Temperatura del agua fría: 5°C
- Temperatura del agua caliente: 55°C
- Viscosidad cinemática del agua fría:  $1,6165 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Viscosidad cinemática del agua caliente:  $0,512 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

La instalación de fontanería está formada por los siguientes elementos:

- Acometida
- Contador general
- Filtro en Y
- Llave de paso
- Llave general
- Calentador
- Grifos de agua caliente y agua fría



La red de fontanería está compuesta por tuberías de polietileno reticulado (PEX) y los cálculos han sido realizados a mano, siguiendo lo establecido en el CTE DB-HS 4 Suministro de Agua.

A continuación, se establecen las agrupaciones por tramos que se han utilizado para el cálculo.

Tramo 1: 2 lavadoras, esterilizador, 2 autoclaves y equipo de limpieza CIP.

Tramo 2: 1 fregadero, 8 lavabos, 9 inodoros con cisterna, 1 urinario y 4 duchas.

Tramo 3: desde la acometida al contador general. Se realiza la suma de todos los caudales anteriores.

Tramo	Consumo total (l/s)		Puntos de consumo
	Agua fría	Agua caliente	
1	4,82	-	6
2	2,78	1,02	23
3	7,6	1,02	29

Tabla 16: Consumo total por tramo

#### Caudales de cálculo:

Tramo 1:  $Q_1 = 4,82$  l/s

Tramo 2:  $Q_2 = 2,78$  l/s

Tramo 3:  $Q_3 = 7,6$  l/s

#### 9.2.1 Red de agua fría

<b>TRAMO 1</b>	
Sección	$5,53 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Diámetro calculado	26,5 mm
Diámetro exterior	40 mm
Diámetro interior	32,6 mm
<b>TRAMO 2</b>	
Sección	$3,13 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Diámetro calculado	19,9 mm
Diámetro exterior	25 mm
Diámetro interior	20,4 mm

<b>TRAMO 3</b>	
Sección	$6,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Diámetro calculado	28,3 mm
Diámetro exterior	40 mm
Diámetro interior	32,6 mm

**Tabla 17: Diámetro tuberías red de agua fría.**

### 9.2.2 Red de agua caliente

Caudales de cálculo:

Tramo 1:  $Q_1 = 1,02 \text{ l/s}$

<b>TRAMO 1</b>	
Sección	$6,8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Diámetro calculado	20,8 mm
Diámetro exterior	32 mm
Diámetro interior	26,2 mm

**Tabla 18: Diámetro tubería red de agua caliente.**

Toda la información relativa a los cálculos y diseño de la instalación de fontanería, tanto el dimensionamiento de las tuberías como el cálculo las pérdidas de carga se encuentra detallada en el “Anejo 10: Instalación de fontanería” y en el “Plano 10: Instalación de fontanería”.

### 9.3 Instalación de protección contra incendios

La instalación contra incendios se basa en la aplicación del RD 2267/2004, Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.

El establecimiento industrial es de tipo C y el nivel de riesgo intrínseco es medio (Nivel 4).

Toda la superficie industrial se considera un único sector de incendios ya que tiene una superficie de  $1.750 \text{ m}^2$ .

El patio exterior se considera área única de incendios.

En cada puerta se han colocado luces de emergencia para hacer visible las salidas.

Además, consta de un sistema de detección de incendios, 8 extintores de polvo ABC polivalente y 3 pulsadores de alarma.

También se van a instalar 6 bocas de incendio equipadas, utilizando tuberías de PVC.

Toda la información relativa a la instalación de protección contra incendios se encuentra detallada en el “Anejo 11: Instalación de protección contra incendios” y en el “Plano 11: Instalación de protección contra incendios”.

#### 9.4 Instalación frigorífica

La industria necesita una cámara frigorífica para el almacenamiento de los tomates, que requieren una temperatura de 10°C.

El aislamiento de la cámara se lleva a cabo mediante panel sándwich de poliuretano, formado por un interior de espuma rígida de poliuretano y dos placas metálicas en ambas caras externas.

Las características del material elegido son las siguientes:

- Densidad: 40 kg/m<sup>3</sup>
- Conductividad térmica: 0,025 W/m °C
- Buena resistencia al fuego
- Capacidad autoportante

En cada pared se va a colocar un panel de diferente espesor, detallado en la siguiente tabla:

	Norte	Sur	Este	Oeste	Cubierta	Suelo
Tª exterior (°C)	16,03	26,72	21,37	24,04	38,72	20,86
Tª interior (°C)	10	10	10	10	10	10
Espesor mínimo (mm)	18,8	52,2	35,5	43,8	89,75	34
Espesor comercial (mm)	40	60	60	40	100	40

Tabla 19: Espesores panel sándwich utilizados.

Se va a utilizar el refrigerante R-290, y el equipo elegido tiene las siguientes características:

Refrigerante	R-404A
Alimentación	230 V-I-50 Hz
Potencia frigorífica	26.180 W
Batería	

Paso de aleta	4 mm
Superficie	63,2 m <sup>2</sup>
Volumen	12,8 l
Ventiladores	
Caudal del ventilador	8.000 m <sup>3</sup> /h
Potencia ventilador	660 W
Intensidad máxima	2,3 A
Desescarche eléctrico	9 x 1.000 W
Peso	118 kg

**Tabla 20: Equipo de frío.**

Los cálculos y la información relativa a la instalación frigorífica se encuentran en el “Anejo 12: Instalación frigorífica”.

### 9.5 Instalación de aire comprimido

Para el diseño de la instalación de aire comprimido se ha seguido el R.D 2060/2008 de 12 de diciembre: Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

La instalación está diseñada para satisfacer los requerimientos del esterilizador, la envasadora de botes y la encajadora-paletizadora.

Equipo	Necesidades (m <sup>3</sup> /min)
Esterilizador	0,32
Envasadora de botes	0,33
Encajadora-paletizadora	0,33

**Tabla 21: Necesidades de aire comprimido por equipos.**

Se han mayorado las necesidades un 10% para posibles imprevistos, por lo que las necesidades totales son de 1,08 m<sup>3</sup>/min.

Se ha elegido un compresor de vapor de la marca KAESER KCD 840-350.

Datos técnicos:

Volumen de aspiración: 2x840 l/min

Caudal efectivo a 6 bar: 2x590 l/min

Potencia del motor: 2x4 kW

Número de cilindros: 2x2

Depósito de presión: 350 l

Anchura: 1820 mm

Profundidad: 660 mm

Altura: 1220 mm

Peso: 235 kg

Las tuberías utilizadas son de PVC con una pendiente del 0,5% para evitar condensaciones y se ha calculado su diámetro en función de la velocidad y el caudal que circule por ellas.

Tramo	Q (m <sup>3</sup> /min)	V <sub>máx</sub> (m/s)	Diámetro cálculo (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro comercial (mm)
Compresor-1	1,08	15	39	42	50
1-Esterilizador	0,32	15	21,2	25	40
1-2	0,66	15	30,5	32	40
2-Envasadora	0,33	15	21,6	25	40
2-Paletizadora	0,33	15	21,6	25	40

**Tabla 22: Características y necesidades de aire comprimido por tramos.**

El diseño y cálculo de la instalación de aire comprimido se encuentra detallado en el “Anejo 13: Instalación de aire comprimido” y en el “Plano 12: Instalación de aire comprimido”.

## 9.6 Instalación de vapor

La instalación de vapor está diseñada para abastecer diversos equipos utilizados en el proceso productivo.

Se va a utilizar una caldera de biomasa piro-tubular, de 3 pasos y horizontal, modelo UT-M, que va a trabajar con agua sobrecalentada.

Se va a trabajar a una presión de 10 bar y a una temperatura del agua de 180°C.

Los equipos que requieren vapor son el escaldador, los autoclaves, el esterilizador y el equipo de limpieza CIP.

En función del tiempo de funcionamiento y la capacidad de cada equipo se han calculado las necesidades energéticas y la potencia real de la caldera, que es de 1.506,92 kW.

Tanto los cálculos como el diseño de la instalación de vapor se encuentran en el “Anejo 14: Instalación de vapor” y en el “Plano 13: Instalación de vapor”.

### 9.7 Instalación eléctrica

Para el diseño de la instalación eléctrica se ha seguido lo establecido en el R.D 842/2002 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

El cálculo de la instalación eléctrica tiene por objetivo el cálculo de la instalación de alumbrado y el cálculo de las necesidades de fuerza.

-Instalación de alumbrado: se ha determinado el tipo, clase y número de luminarias y su distribución dentro y fuera de la industria.

-Necesidades de fuerza: se han cubierto las necesidades de la maquinaria e instalaciones.

La red de alimentación es de tres fases más neutro (3F+N), sistema trifásico-monofásico y frecuencia 50 Hz. Tensión 3x400/230 V.

La instalación de alumbrado está formada por la Caja General de Protección situada en la sala de limpieza CIP y a partir de ella surgen líneas de alumbrado hacia los Cuadros Secundarios de alumbrado.

La instalación de fuerza está formada por la Caja General de Protección también situada en la sala de limpieza CIP de la cual surgen líneas hacia dos Cuadros Secundarios de fuerza.

En todas las líneas se han instalado las protecciones necesarias, colocando interruptores automáticos magnetotérmicos de intensidad adecuada y diferenciales en cada una de ellas.

Para la iluminación de la industria se emplean lámparas led, utilizando diferentes tipos en función de la zona en la que se instalen.

Para el cálculo de las necesidades de fuerza se ha sumado la potencia requerida por cada equipo, obteniendo la potencia necesaria en la línea de fuerza.

La potencia instalada asciende a **173.493 W**.

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 11.413

- Potencia Instalada Fuerza (W): 162.080

Aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0,8 obtenemos:

$$173.493 \text{ W} \times 0,80 = \mathbf{138.794,4 \text{ W}}$$

El cálculo de la instalación de alumbrado y fuerza se encuentra detallado en el “Anejo 15: Instalación eléctrica”.

La distribución de las luminarias y las diferentes líneas de alumbrado y fuerza se encuentran en el “Plano 14: Instalación de fuerza” y en el “Plano 15: Instalación de alumbrado”.

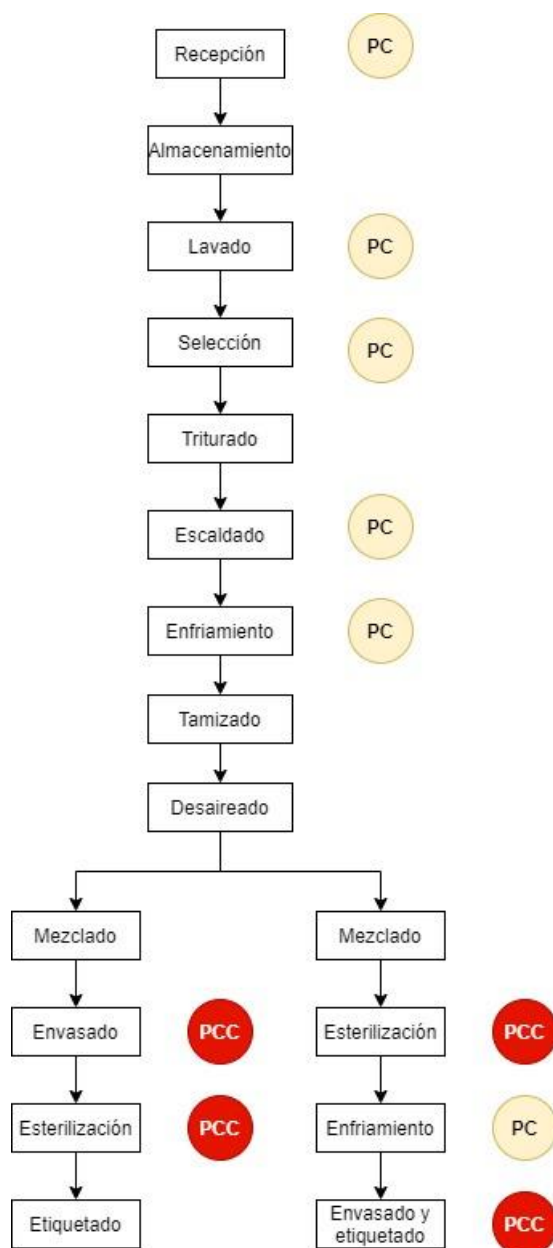
El esquema unifilar se encuentra en los planos: “Plano 16: Cuadro general”, “Plano 16.1 Esquema unifilar 1”, “Plano 16.2: Esquema unifilar 2”, “Plano 16.3: Esquema unifilar 3”, “Plano 16.4: Esquema unifilar 4”, “Plano 16.5: Esquema unifilar 5” y “Plano 16.6: Esquema unifilar 6”.

## 10. Control de calidad

El control de calidad es una actividad de obligado cumplimiento, que consiste en realizar un seguimiento detallado de los procesos de la empresa para mejorar la calidad del producto o servicio.

El método utilizado para el control de calidad y seguridad es el Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC). Es un sistema preventivo de gestión de la inocuidad alimentaria de aplicación a toda la cadena alimentaria y es uno de los más eficientes en la industria alimentaria.

A continuación, se muestra el diagrama de los puntos de control y puntos de control críticos del proceso productivo, determinados mediante el árbol de decisiones establecido por el Codex Alimentarius.



**Diagrama 3: Diagrama de PC y PCC.**

## 10.1 Control en la recepción de materias primas

El primer control se realiza en la recepción de los tomates a los cuales se les realiza un análisis organoléptico, físico-químico y microbiológico.

-Análisis organoléptico: se analizan parámetros como la textura y el color, que tiene que ser rojo intenso y uniforme, sobre todo para la elaboración de tomate triturado gourmet.

-Análisis físico-químico: sirve para determinar el contenido en sólidos totales y sólidos solubles, el pH, la cantidad de carotenoides y licopeno, la acidez total, los azúcares reductores y el contenido en residuos de plaguicidas, toxinas o metales pesados.

-Análisis microbiológico: los microorganismos se controlan mediante mecanismos de inhibición de su multiplicación, eliminación o por su destrucción completa. Estos métodos dependen de la sensibilidad de los microorganismos al calor o al frío, a sus necesidades de agua, de oxígeno, su sensibilidad a los álcalis, a la radiación o a productos químicos.

También se va a realizar un control exhaustivo de los diferentes ingredientes y aditivos que se van a utilizar para elaborar los productos, dejando constancia de ello con certificaciones o documentos que van a facilitar los proveedores.

## 10.2 Control durante el proceso

Durante el proceso productivo se realizan diferentes controles y análisis hasta terminar con el control del producto terminado.

-Almacenamiento: para el almacenamiento de los tomates se utiliza una cámara frigorífica con unas condiciones de temperatura de 10°C y de humedad entre 85-95%.

-Lavado: el agua utilizada debe cumplir una serie de características estipuladas en el RD 140/2003.

Se realizan los siguientes controles del agua: análisis anual del agua, control diario del cloro libre residual y control de las características organolépticas del agua.

-Escaldado: se va a realizar un control de la temperatura del agua y del tiempo de escaldado dejando un registro de ambos.

-Mezclado: durante el mezclado se toman muestras para analizar la acidez en °Brix y para garantizar una buena proporción de los ingredientes añadidos y el contenido en azúcares.

-Esterilización: se realiza un control de la temperatura del autoclave y del tiempo de esterilización.

-Envasado: es necesario realizar un correcto ajuste de los equipos de envasado para garantizar un cierre hermético.

-Control del producto terminado: los productos se preparan y manipulan en conformidad al Código de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969).



Una vez terminado el proceso productivo, se evalúan primero las características organolépticas del producto, atendiendo al olor, color y sabor característico de los ingredientes que contiene. Para determinar el color se realiza un control visual, si éste tuviera un color amarillento y no rojo intenso estaría defectuoso.

Microbiológicamente se permite un máximo para el ketchup de bacterias aerobias mesófilas de  $10^4$  colonias/gramo, ausencia de Salmonella/Shigella en 25 gramos, mohos 50 ufc/g, levaduras 30 ufc/g y lactobacillus 50 ufc/g.

Para el tomate triturado gourmet debe haber ausencia de Salmonella/Shigella en 25 gramos.

### 10.3 Vida útil y condiciones de conservación

Los productos elaborados se almacenan a temperatura ambiente en un lugar fresco y seco.

El tomate triturado gourmet tiene una vida útil de 5 años, y una vez abierto se debe mantener en refrigeración en recipiente no metálico y consumirlo antes de 48 horas.

El ketchup tiene una vida útil de unos 18 meses desde su fabricación. Una vez abierto se debe conservar en refrigeración durante un tiempo no superior a 30 días.

En cuanto al análisis físico-químico se mide el pH, siendo el pH máximo del tomate triturado gourmet de 4,5 mientras que en el ketchup debe de ser de 3,9.

Toda la información relativa al control de calidad y al Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC) queda detallada en el “Anejo 5: Control de calidad” y en el “Anejo 6: Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico”.

## 11. Gestión de residuos

Los principales residuos generados son residuos sólidos provenientes del procesado del tomate, residuos asimilables a urbanos (envases, cajas, papel, etc.) y residuos líquidos como el agua de limpieza.

### 11.1 Residuos sólidos

Los residuos sólidos proceden de dos fuentes:

-Procesado de los tomates: son los tomates rechazados en la operación de selección y las pieles y pepitas resultantes del tamizado. Estos residuos se trasladan a un contenedor situado en el patio exterior de la industria, y son utilizados para alimentar la caldera de biomasa.

-Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U): son los envases de plástico, envoltorios, cajas de cartón, etc. Se desechan en contenedores de basura clasificados por tipo de material (plástico, papel y cartón).

## 11.2 Residuos líquidos

Corresponden a las aguas residuales generadas en la limpieza de los equipos y las superficies de la industria.

Estas aguas contienen restos de productos desinfectantes y materia orgánica en muy bajas cantidades, ya que se utiliza un equipo de limpieza CIP, por lo que pueden ser vertidos a la depuradora municipal.

## 11.3 Residuos tóxicos y peligrosos

Los residuos tóxicos se generan en el laboratorio y deben ser retirados por un Gestor legalmente autorizado.

## 12. Presupuesto

### RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	2.090,00	0,41
02	CIMENTACIONES.....	114.723,99	22,73
03	ESTRUCTURA.....	31.541,18	6,25
04	SANEAMIENTO.....	9.741,79	1,93
05	CUBIERTA.....	67.137,43	13,30
06	SOLERA, CERRAMIENTOS Y TABIQUES.....	215.564,35	42,70
07	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	3.471,83	0,69
08	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	2.544,78	0,50
09	CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA.....	97.039,05	19,22
10	INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO.....	2.798,38	0,55
11	INSTALACIÓN DE VAPOR.....	11.080,59	2,19
12	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA.....	25.500,00	5,05
13	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	13.126,11	2,60
14	MAQUINARIA.....	335.492,40	66,46
15	MOBILIARIO.....	8.873,28	1,76
16	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	2.225,70	0,44
17	URBANIZACIÓN.....	1.717,84	0,34
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>944.668,70</b>	
13,00 % Gastos generales.....		122.806,93	
6,00 % Beneficio industrial.....		56.680,12	
Suma.....		179.487,05	
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA</b>		<b>1.124.155,75</b>	
21% IVA.....		236.072,71	
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>		<b>1.360.228,46</b>	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS SESENTA MIL DOSCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

La inversión incluye: las instalaciones, la obra civil, la maquinaria y la urbanización.

A continuación, se detalla el desglose del presupuesto:

-Presupuesto de ejecución material (PEM): 944.668,70 €

-Gastos generales (13%): 122.806,93 €

-Beneficio industrial (6%): 56.680,12 €

-Presupuesto de ejecución material antes de impuestos: 1.124.155,75 €

-I.V.A (21%): 236.072,71 €

**-Presupuesto de ejecución por contrata (PEC): 1.360.228,46 € (Un millón trescientos sesenta mil doscientos veintiocho euros con cuarenta y seis céntimos).**

### 13. Evaluación económica

Se estima una vida útil para la obra civil e instalaciones de 30 años, y una vida útil para la maquinaria de 15 años.

Se considera la parcela propiedad del promotor. El capital de inversión es 1.360.228,46 €, también de los promotores, y se pagará en el año cero.

Se ha realizado el análisis de rentabilidad con una tasa de interés bancario del 6%, y se han obtenido los siguientes resultados:

<b>VAN</b>	38.358.528,91 €
<b>TIR</b>	22,64 %
<b>Pay Back</b>	6 años
<b>B/I</b>	28,2

**Tabla 23: Resultados análisis de rentabilidad.**

Según el estudio de evaluación económica del presente proyecto, teniendo en cuenta los criterios utilizados en el estudio económico realizado, se puede concluir que el proyecto de la planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate es totalmente rentable.

Además de esto, también se ha hecho un análisis de sensibilidad, en el que los productos experimentan una bajada notable de las ventas.

#### 14. Conclusión

De acuerdo con lo expuesto en la Memoria, Anejos, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto, la alumna del grado en Ingeniería agrícola abajo firmante, da por finalizado el presente proyecto titulado *“Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate”*.

**Logroño, Septiembre de 2020**

**La alumna del grado en Ingeniería agrícola**

**Fdo: Aída Ojanguren Chasco**





# ANEJOS

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE DE ANEJOS:**

- Anejo 1: Estudio del medio físico
- Anejo 2: Estudio de mercado
- Anejo 3: Tecnología del proceso productivo
- Anejo 4: Ingeniería del proceso productivo
- Anejo 5: Control de calidad
- Anejo 6: Sistema APPCC
- Anejo 7: Distribución en planta
- Anejo 8: Obra civil
- Anejo 9: Red de saneamiento y aguas pluviales
- Anejo 10: Instalación de fontanería
- Anejo 11: Instalación contra incendios
- Anejo 12: Instalación frigorífica
- Anejo 13: Instalación de aire comprimido
- Anejo 14: Instalación de vapor
- Anejo 15: Instalación eléctrica
- Anejo 16: Aguas residuales y residuos sólidos
- Anejo 17: Evaluación económica
- Anejo 18: Estudio de Seguridad y Salud



# ANEJO 1

## ESTUDIO DEL MEDIO FÍSICO

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1.	Situación y emplazamiento	2
1.1	Situación y emplazamiento	2
1.2	Topografía de la parcela	3
2.	Estudio climático	3
2.1	Introducción	3
2.2	Estación meteorológica	4
2.3	Datos de temperatura	4
2.4	Datos de precipitaciones	4
2.5	Características climáticas y conclusiones	5
3.	Estudio hidrológico	5
3.1	Abastecimiento	5
3.2	Características de agua potable	5
3.3	Aguas residuales	6
4.	Estudio geotécnico	6
5.	Infraestructura exterior	7
5.1	Vías de comunicación	7
5.2	Instalaciones de la parcela	7
6.	Condiciones urbanísticas	8
6.1	Condiciones de edificación	8
6.2	Condiciones generales de urbanización	9
6.2	Licencias	10



## 1. Situación y emplazamiento

### 1.1 Situación y emplazamiento

La industria va a estar localizada en el Polígono industrial La Alberguería que pertenece al casco urbano de Viana. Se va a situar en el polígono 19, en la parcela urbana 445, que tiene una superficie de 144.162,50 m<sup>2</sup>.



Ilustración 1: Parcela urbana



Ilustración 2: Vértices de la parcela que se va a edificar

## 1.2 Topografía de la parcela

La nave tiene unas dimensiones de 70 x 25 metros y un área de 1.750 m<sup>2</sup>, y la superficie pavimentada del patio tiene unas dimensiones de 110 x 50 metros, y un área de 5.500 m<sup>2</sup>.

Los vértices que determinan los límites de la parcela se encuentran a diferentes alturas, que se detallan en la tabla siguiente. Con estos datos se ha calculado la pendiente de cada lado y la pendiente media de la parcela.

Vértices	1	2	2	3	3	4	4	1
Altura (m)	417	415	415	415	415	417	417	417
Pendiente (%)	-1,81%		0%		1,81%		0%	

La pendiente media de la parcela a edificar se estima en un 0,9%.

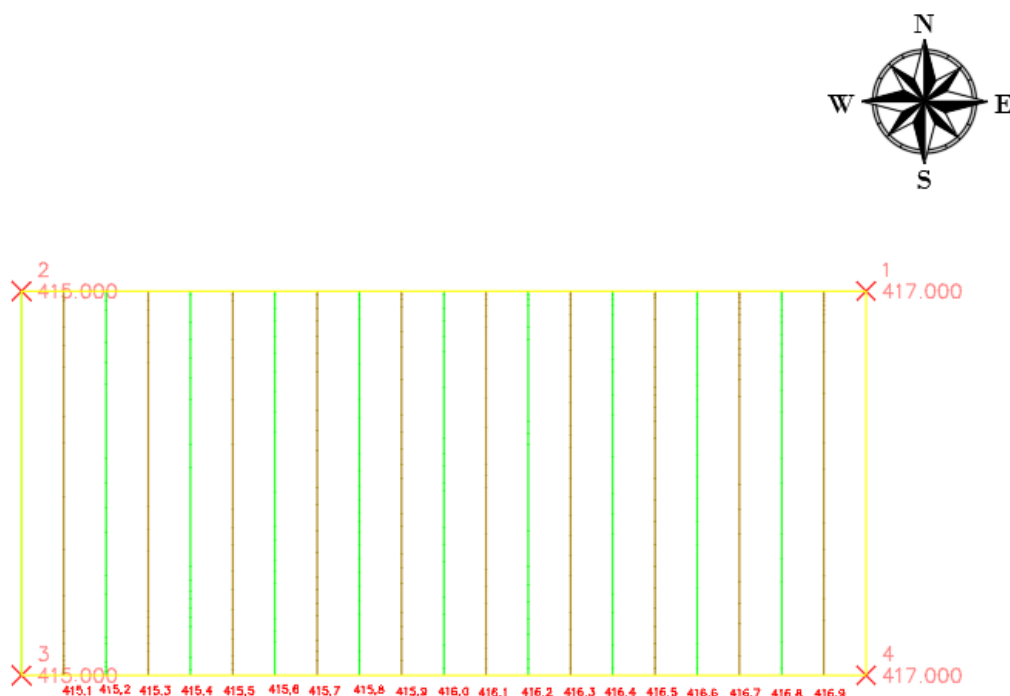


Ilustración 3: Curvas de nivel de la parcela

## 2. Estudio climático

### 2.1 Introducción

La industria se encuentra en la localidad de Viana, situada en la Comunidad Foral de Navarra, en concreto en el Polígono de La Alberguería.

Viana es un municipio que se encuentra al norte de España y al suroeste de la Comunidad Foral de Navarra, perteneciendo a la merindad de Estella.

El municipio forma parte de la depresión de Estella, y tiene una altitud de 478 metros.

## 2.2 Estación meteorológica

La estación meteorológica de la que se obtienen los datos es manual y está ubicada a una altitud de 436 metros, situada en las coordenadas: X: 551818, Y: 4706952 (Coordenadas en el sistema de referencia ETRS89, proyección UTM huso 30).

## 2.3 Datos de temperatura

Mes	Temperatura media (°C)	Temperatura media mínima (°C)	Temperatura media máxima (°C)
Enero	5,7	2,2	9,2
Febrero	7	2,9	11,1
Marzo	9,9	4,9	15,0
Abril	12	6,7	17,4
Mayo	15,8	10,1	21,6
Junio	19,9	13,4	26,4
Julio	22,6	15,6	29,6
Agosto	22,7	15,9	29,4
Septiembre	19,2	13,3	25,2
Octubre	14,7	9,8	19,7
Noviembre	9,3	5,7	13,0
Diciembre	6,2	2,9	9,5
Anual	13,8	8,6	18,9

Tabla 1: Valores de las temperaturas registradas en la estación manual de Viana, en el periodo de tiempo 1982-2018.  
Fuente: [http://meteo.navarra.es/climatologia/fichasclimaticas\\_estacion.cfm?IDEstacion=231](http://meteo.navarra.es/climatologia/fichasclimaticas_estacion.cfm?IDEstacion=231)

## 2.4 Datos de precipitaciones

Mes	Días de lluvia	Precipitación media (mm)
Enero	10,1	40,6
Febrero	8,6	35,3
Marzo	8,1	37,6
Abril	8,4	44,8
Mayo	9,0	47,0
Junio	6,0	42,4
Julio	4,5	30,9
Agosto	3,9	22,1
Septiembre	5,6	28,1
Octubre	8,0	41,5
Noviembre	10,2	51,3
Diciembre	8,9	39,6
Anual	92	463

Tabla 2: Valores de precipitaciones medias registradas y días de lluvia en la estación meteorológica manual en Viana, en el periodo de tiempo 1982-2018

## 2.5 Características climáticas y conclusiones

Con las características observadas, se puede concluir según la clasificación climática de Koppen, que la zona donde se sitúa la industria tiene un clima mediterráneo. Se caracteriza por ser un clima templado con veranos cálidos y secos e inviernos templados y lluviosos.

Las temperaturas a lo largo del año se adecúan bien a la estación del año en la que se encuentran, siendo la temperatura mayor en el mes de agosto (que suele ser el más cálido) y la más baja en el mes de enero (que suele ser el más frío) y no tenemos temperaturas extremas, ni muy altas ni muy bajas.

En cuanto a las precipitaciones, están bien distribuidas a lo largo del año, siendo los meses de julio, agosto y septiembre los más secos, en invierno el mes de noviembre es el más húmedo y también destacan los meses de abril y mayo en primavera.

El viento predominante es el Cierzo. Es el viento de componente Noroeste de la zona de la Ribera de Navarra y está caracterizado por ser un viento fuerte, fresco y seco. Durante el periodo más ventoso del año, desde octubre a mayo, la velocidad media del viento es de 12,3 km/h, y en el periodo más calmado del año, de mayo a octubre, la velocidad media del viento es de 10 km/h.

## 3. Estudio hidrológico

### 3.1 Abastecimiento

El suministro de agua al polígono industrial de La Alberguería en Viana lo lleva a cabo la Mancomunidad de Montejurra.

Este abastecimiento tiene como finalidad suministrar agua para actividades de uso industrial, tales como la limpieza de maquinaria o para uso y aseo de los trabajadores.

### 3.2 Características de agua potable

Parámetro	Medición
pH	7,76
Temperatura	13,85 °C
Turbidez	0,37
Conductividad	458,13 µS/cm
Cloruro	75,9 mg/L
Sulfato	73 mg/L
Aluminio	55 µg/L
Oxidabilidad	0,82 mgO <sub>2</sub> /L

Tabla 3: Parámetros característicos del agua de abastecimiento de la Mancomunidad de Montejurra al polígono industrial de Viana. Fuente:

[https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/aguas/aconsumo/Doc/ult\\_ver\\_2018\\_INFORME\\_ACH\\_TABLAS.pdf](https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/aguas/aconsumo/Doc/ult_ver_2018_INFORME_ACH_TABLAS.pdf)

### 3.3 Aguas residuales

La mayor parte de las aguas residuales son debidas a las continuas operaciones de lavado de la maquinaria en la industria. Para ello, la empresa tiene una red de aguas residuales (fecales y de proceso) y otra de aguas pluviales. La conexión a red en el polígono es separativa.

## 4. Estudio geotécnico

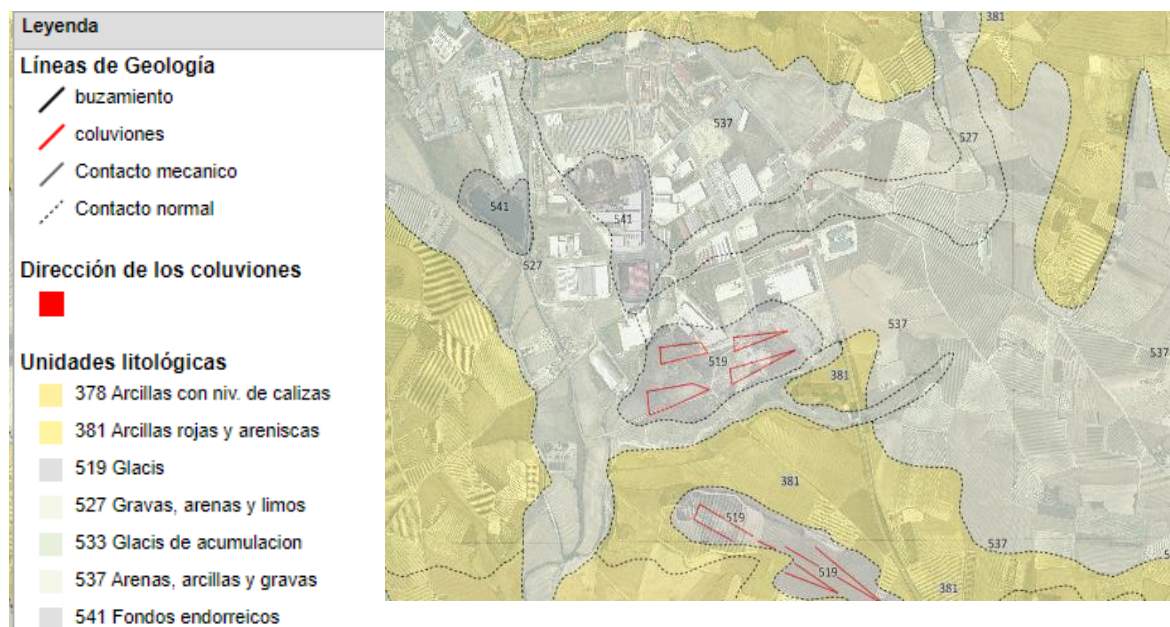
El estudio del suelo permite obtener la información del terreno donde se va a situar la industria. Es una de las informaciones más importantes a la hora de planificar, diseñar y ejecutar el proyecto de construcción.

Según el mapa geológico de la Comunidad Foral de Navarra, a escala 1:25.000, podemos determinar las características del suelo de la zona.

Viana pertenece a la zona IV, por lo que incluye todos los depósitos cuaternarios, con cantos de matriz limoarenosa y arcillosa, formados por coluviones, fondos de valle y depósitos aluvial-coluvial. Son depósitos poco potentes de permeabilidad media a alta. Sus características de cimentación son muy variables y pueden diseñarse cargas admisibles entre 1 y 5 kp/cm<sup>2</sup>. En esta zona se encuentran fangos y arcillas en los que la presencia de agua es prácticamente permanente y condiciona sus características geotécnicas dándole menor estabilidad.

Existen construcciones cercanas con cimentaciones superficiales en esta zona, por lo que se puede asumir una resistencia del terreno de 0,2 MPa.

La industria se va a situar en suelo urbano de uso industrial, por lo tanto, con los datos aportados se puede concluir que no hay problemas para la edificación en ese suelo.



Ilustraciones 4 y 5: Mapa geológico y leyenda

## **5. Infraestructura exterior**

### **5.1 Vías de comunicación**

Para llegar a la industria hay diferentes vías. Las principales vías de comunicación por carretera son las siguientes:

- NA-111 desde Logroño
- NA-7027 y NA-1110 desde Pamplona
- AP-68 o A-1102 desde Zaragoza
- NA-111 desde Soria
- NA-1110 y N-121-A desde San Sebastián

Una vez en Viana, el polígono industrial La Alberquería se encuentra en la NA-6320.



**Ilustración 6: Mapa de situación del polígono industrial de Viana**

### **5.2 Instalaciones de la parcela**

El polígono industrial donde se encuentra la industria está abastecido de las infraestructuras necesarias:

- Red de energía eléctrica
- Red de telefonía
- Red de gas
- Red de alcantarillado
- Red de agua potable
- Red de alcantarillado público
- Red de saneamiento



## 6. Condiciones urbanísticas

### 6.1 Condiciones de edificación

Según el Decreto Foral 84/1990, de 5 de abril, por el que se regula la implantación territorial de polígonos y actividades industriales en Navarra:

#### Ocupación máxima:

- Las edificaciones no podrán ocupar más del 40% de la superficie total de la parcela en que se ubiquen.

#### Franja de separación:

- En las parcelas será obligatorio situar entre el borde de la calzada y una línea paralela situada a 15 metros de esta, a todo lo largo del frente de la parcela que dé a la carretera, una franja herbácea, arbustiva o arbórea.

#### Distancia de las edificaciones a linderos y cierres:

- Las edificaciones se separarán al menos 10 metros de los cierres y linderos de la parcela.

#### Fachada:

- Todas las fachadas serán objeto de un acabado total que, como mínimo, estará constituido por revestimiento continuo pintado. El nivel de tratamiento de todas ellas será el mismo o, al menos, ofrecerá un resultado armónico si se emplean distintos materiales o diversas calidades de un mismo material.
- Los materiales se usarán dignamente sin enmascarar su condición. Los colores empleados deberán adaptarse al medio o armonizar con él.

#### Cubiertas:

- En las edificaciones que por su tamaño, proporciones y características constructivas sea posible, se utilizarán cubiertas a dos o cuatro aguas, cuya pendiente será, como máximo del 50 por 100.
- La utilización de superficies traslúcidas no superará el 10 por 100 de la superficie total de la cubierta.

#### Altura:

- La altura máxima de la edificación será de 10 metros, desarrollándose en un máximo de dos plantas.

#### Acceso rodado:

- Todas las parcelas deberán estar provistas de, al menos, un acceso rodado, diseñado de acuerdo con las características del tráfico generado por la actividad y en ningún caso inferior a cinco metros de anchura, dotado de un firme cuyas características, resistencia, impermeabilización, drenaje y demás sean tales que permitan el correcto funcionamiento de la actividad.

- La longitud máxima del vado de acceso a vía pública en soluciones de contacto en forma de “T” será de 12 metros.
- Para las entradas con giro a la izquierda, cuando se trate de empresas con plantilla superior a 15 trabajadores o que utilicen habitualmente vehículos de más de 3,5 Tm. como medio de transporte, se dispondrá un carril de deceleración terminado en una explanada de espera y giro, o dispositivo similar situado en el lado opuesto al acceso

#### Aparcamientos interiores:

- Mínimo de una plaza de aparcamiento por cada dos puestos de trabajo, no siendo inferiores a una plaza por cada 100 metros cuadrados de edificación.

#### Jardinería y arbolado:

- Las parcelas en las que se implanten actividades industriales se arbolarán y ajardinarán en un mínimo del 20 por 100 de superficie de la misma.

### **6.2 Condiciones generales de urbanización**

#### Abastecimiento de agua:

- El abastecimiento de agua asegurará un caudal suficiente tanto para el consumo de agua sanitaria como para la limpieza y los procesos industriales, así como para riego e incendio.

#### Incendios:

- Deberá disponerse del caudal y presión de agua necesarios para la extinción de incendios, en función del riesgo generado, debiendo instalarse, cuando sea necesario, un depósito de almacenamiento y equipo de bombeo adecuados.
- Deberá dejarse un paso de 5 metros de ancho alrededor de los edificios e instalaciones y que sea accesible desde el exterior por los vehículos del Servicio de Bomberos. Este paso deberá mantenerse libre de obstáculos no pudiendo ocuparse por aparcamientos ni destinarse a espacio de almacenaje.

#### Saneamiento depuración y vertidos líquidos:

- Se adoptará, salvo excepciones justificadas, el sistema separativo, evacuándose las aguas pluviales directamente a cauce público.
- Todas las conducciones serán subterráneas y seguirán el trazado de la red viaria y de los espacios libres. La profundidad mínima de las canalizaciones será de 1,20 metros, bajo el pavimento o el suelo natural, quedando siempre un mínimo de 0,80 metros bajo la red de agua potable.

#### Residuos sólidos:

- Podrán almacenarse provisionalmente en lugares específicos con capacidad suficiente, situados en el interior de la parcela, de modo que los residuos estén visualmente ocultos desde la



carretera, caminos y viales de acceso a la parcela, y que no sea posible su desparramamiento debido a la acción del viento, lluvia, animales, etc.

#### Energía eléctrica:

- Las líneas de distribución eléctrica interiores a la parcela, tanto para energía como para alumbrado, serán subterráneas.

#### Otras instalaciones:

- Alumbrado. Las parcelas deberán estar provistas del alumbrado necesario, especialmente los espacios existentes entre la edificación y la carretera.
- Teléfono y télex. Las líneas deberán ser enterradas. No obstante, durante la primera fase se permitirán líneas aéreas.

## **6.2 Licencias**

Se debe formular una solicitud dirigida a la Alcaldía y suscrita por el interesado, con los datos acreditativos de la personalidad y domicilio del solicitante y la situación y circunstancias de la obra. Es obligación del promotor poner en conocimiento de la Administración Municipal los nombres de los técnicos que dirijan las obras.

- Licencia de obras de nueva planta: incluye el proyecto redactado por el técnico competente y un Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Si es necesario se pide un levantamiento topográfico del terreno donde se va a edificar. Son necesarios los certificados de los técnicos que asumirán la dirección facultativa, visados por el Colegio Profesional correspondiente, previsiones de plazo de ejecución de obra.
- Licencia de obras de urbanización: se exigirá la presentación de Proyectos de Urbanización o Proyectos de Obras, visados y suscritos por técnico competente.
- Licencia de obras de parcelación: Se exigirá la presentación de un Documento de Parcelación a escala mínima 1:1.000, sobre base topográfica con curvas de nivel de metro en metro como mínimo y con la inclusión de las cédulas urbanísticas correspondientes a cada parcela, cuando así lo exija el Ayuntamiento.
- Licencia de movimientos de tierra: se exigirá un plano de emplazamiento a escala 1:2.000, un plano topográfico de parcela a escala mínima 1:1.000, un plano de superficies y una memoria técnica complementaria.
- Licencia de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas

En caso de que las licencias no especificaran un plazo de caducidad, los plazos mínimos para la ejecución de los actos de edificación y uso del suelo serán los siguientes:

- Un año para comenzar las obras
- Tres años para finalizar las obras



## ANEJO 2 ESTUDIO DE MERCADO

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1. Estudio de mercado .....	2
1.1 Introducción .....	2
2. Análisis de la producción.....	2
3. Análisis del consumo .....	3

## 1. Estudio de mercado

### 1.1 Introducción

En este estudio de mercado se ha analizado la producción en los últimos años de la materia prima principal que se va a utilizar en la industria, el tomate, así como el consumo del tomate y de los productos a elaborar.

## 2. Análisis de la producción

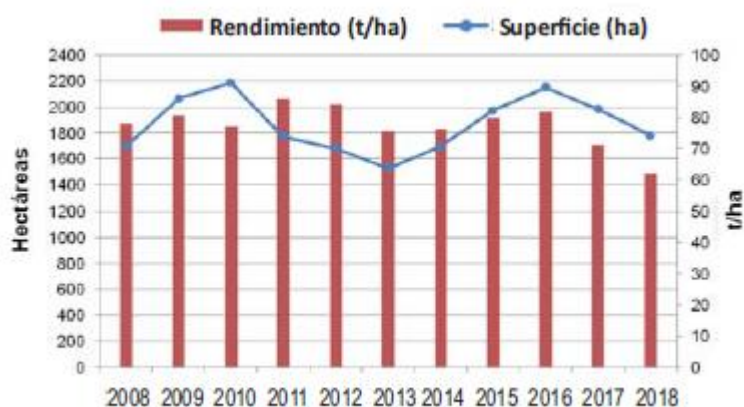
La principal materia prima que se va a utilizar en la industria es el tomate de pera.

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), en el ámbito mundial se producen 180 millones de toneladas de tomate, de las cuales un 20% se destinan a procesos industriales. España es el segundo país con mayor producción de tomate en la Unión Europea. En el año 2018, España alcanzó una producción de 2,795 millones de toneladas, descendiendo en un 17% respecto a la campaña anterior.

Las zonas de mayor producción son Extremadura con más de 20.000 ha, Andalucía con 5.740 ha y el Valle del Ebro 2.475 ha de cultivo.

En Navarra, en el año 2018, se cultivaron 1.782 ha con una producción de 110.481 toneladas. Se observa un descenso en la producción respecto al año 2017 de un 21,9 %. Se puede concluir que la producción fue irregular debido a las precipitaciones y a la disminución de la superficie de cultivo, que hizo disminuir el rendimiento medio a 61,9 t/ha.

En el año 2019, la producción de tomate en España ha sufrido un aumento del 9,4% con respecto al año anterior. La superficie de tomate cultivada para industria en la campaña 2019 ha incrementado en 2.692 ha más que la anterior campaña.



**Gráfico 1: Evolución de la superficie de cultivo (t) y rendimiento (t/ha) del tomate para transformación industrial en Navarra.**

Fuente: Coyuntura Agraria Navarra

### 3. Análisis del consumo

Según el Informe de consumo 2018, en España el consumo doméstico de tomates fue de 605.132,64 miles de kg, aumentando en un 3,3% respecto al consumo en 2017. Anualmente cada individuo consumió 13,22 kg, lo que supuso un gasto anual de 21,14 € por persona.

En cuanto al consumo de salsas (se incluyen ketchup, mayonesa, mostaza y otras salsas), se estimó en 120.129,44 miles de kg, sufriendo un incremento del 1,2% respecto a 2017. El consumo doméstico por persona fue de 2,62 kg, que correspondió a un gasto anual de 9,75 €.

Las comunidades con más consumo de salsas en España son Canarias, Cantabria y Andalucía, siendo La Rioja y Galicia las comunidades que presentan menor consumo.

La Comunidad Foral de Navarra tuvo en 2018 un consumo por persona y año de 1,85 kg. Siendo los consumidores un 1,40% de la población total del país.

En cuanto al tomate triturado, es junto al tomate frito una de las salsas más consumida en los hogares en España, con un 44% de las ventas de salsas según datos de la Asociación de Salsas y Condimentos Preparados.

	Consumo doméstico de tomates en 2018	% Variación 2018 vs. 2017
<b>VOLUMEN (miles de kg)</b>	605.132,64	+3,30%
<b>CONSUMO x CÁPITA (kg)</b>	13,22	+3,00%
<b>GASTO x CÁPITA (€)</b>	21,14	+3,00%

Tabla 1: Datos de consumo de tomate en España. Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

	Consumo doméstico de salsas en 2018	% Variación 2018 vs. 2017
<b>VOLUMEN (miles de kg)</b>	120.129,40	+1,20%
<b>CONSUMO x CÁPITA (kg)</b>	2,62	+0,90%
<b>GASTO x CÁPITA (€)</b>	9,75	+2,80%

Tabla 2: Datos de consumo de salsas en España. Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.



# ANEJO 3

## TECNOLOGÍA DEL PROCESO PRODUCTIVO

**ÍNDICE**

1.Introducción	2
2.Plan productivo	2
2.1 Productos para elaborar	2
2.2 Calendario de producción	3
3. Necesidades de materias primas, aditivos, envases y materias auxiliares	4
3.1 El tomate	4
3.2 Ingredientes y aditivos	6
3.3 Envases y etiquetas	7
3.4 Cajas y palés	7
3. Logística	8
4. Necesidades de personal	9
5. Descripción técnica del proceso productivo	10
5.1 Introducción	10
5.2 Diagrama de flujo fuera de campaña	11
5.3 Diagrama de flujo en campaña	12
6. Estudio del proceso de elaboración	13
6.1 Línea de operaciones comunes	13
6.2 Diagrama de proceso del tomate triturado gourmet	15
6.3 Línea de operaciones del tomate triturado gourmet	16
6.4 Diagrama de proceso del ketchup	17
6.5 Línea de operaciones del ketchup	18

## 1.Introducción

En este anejo se exponen los detalles de los procesos productivos llevados a cabo en la industria, tanto el proceso del tomate triturado gourmet como el proceso de elaboración de ketchup.

Para ello, de la misma forma se detallan las diferentes materias primas, los materiales auxiliares empleados y la mano de obra necesaria para llevarlo a cabo.

El proceso está marcado principalmente por la selección de materia prima natural y de máxima calidad, utilizada para la elaboración de los productos, así como por las condiciones de higiene y salubridad que son el principal objetivo de la empresa.

## 2.Plan productivo

### 2.1 Productos para elaborar

A continuación, se presentan los productos que se van a elaborar en la industria a lo largo del año:

#### -Tomate triturado gourmet:

El BOE número 287, de 30 de noviembre de 1984, por el que se aprueban las normas de calidad para las conservas vegetales, *“establece las condiciones que deben reunir las conservas de tomate obtenidas de frutos de variedades de Solanum lycopersicum L. en las elaboraciones de tomate natural y concentrado.*

*Los tomates deben ser frescos, sanos, maduros y presentar características organolépticas normales”.*

Según el BOE número 287, de 30 de noviembre, *“el tomate triturado es la elaboración en que el fruto, pelado o no, se ha sometido a un proceso de trituración”.*

Para la categoría extra, este Real Decreto tiene unas exigencias y tolerancias de calidad, por las que el color, olor y sabor tienen que ser típicos.

TOMATE TRITURADO GOURMET	
Energía	24 kcal
Grasa	0 g
Hidratos de carbono	3,7 g
Fibra alimentaria	1,8 g
Proteínas	1,5 g
Sal	0,02 g
Sodio	0,008 g

**Tabla 1: Cantidades correspondientes a 100 g de tomate triturado**

#### -Ketchup:

Según el Real Decreto 858/1984, de 28 de marzo, *“el Ketchup es el producto preparado a partir de tomate en cualquiera de sus formas de utilización (tomate natural, zumo de tomate, puré, pasta o concentrado de tomate), tal como se definen el Código Alimentario Español, sazonado con sal, vinagre, azúcares y especias y con la adición facultativa de los ingredientes citados en el título cuarto, de esta Reglamentación, envasados en recipientes convenientemente cerrados y adecuadamente conservados”.*



<b>KÉTCHUP</b>	
Energía	112 kcal
Grasa	0,2 g
Colesterol	0 mg
Sodio	907 mg
Potasio	315 mg
Fibra	0,3 g
Azúcares	22 g
Proteínas	1,3 g
Vitamina A	513 IU
Vitamina B12	0 µg
Vitamina C	4,1 mg
Vitamina D	0 IU
Vitamina B6	0,2 mg
Calcio	16 mg
Hierro	0,4 mg
Magnesio	15 mg

**Tabla 2: Cantidades correspondientes a 100 g de ketchup**

## 2.2 Calendario de producción

La empresa va a diferenciar su producción en dos épocas, la época de campaña que se realiza en los meses de agosto, septiembre y parte de octubre, que dura alrededor de unos 70 días, y la época fuera de campaña durante el resto del año.

Fuera de campaña, el trabajo se va a realizar de lunes a viernes en dos turnos de 8 horas cada uno. Cada día se destinará 1 hora para la limpieza e inspección de la maquinaria, que se va a realizar media hora antes de terminar cada turno de trabajo.

Los lunes y martes de cada semana se va a elaborar tomate triturado gourmet, ya que es el día que llegan los tomates y están más frescos. En cambio, el ketchup se va a elaborar todos los días de la semana.

	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
06:00h-13:30h	Tomate triturado gourmet y ketchup	Tomate triturado gourmet y ketchup	Ketchup	Ketchup	Ketchup
13:30h-14:00h	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección
14:00h-21:30h	Tomate triturado gourmet y ketchup	Tomate triturado gourmet y ketchup	Ketchup	Ketchup	Ketchup
21:30h-22:00h	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección

**Tabla 3: Calendario de producción fuera de campaña**

En la época de campaña, se van a recibir tomates de primera calidad todos los días, de lunes a viernes. Durante estos dos meses y medio, se va a realizar un cambio en el calendario de producción. Se va a trabajar de lunes a sábado a dos turnos, destinando 1 hora al día para limpieza. Se va a elaborar tomate triturado gourmet y kétchup todos los días de la semana.

Toda la producción de tomate triturado gourmet y kétchup se destinará para la venta.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
06:00h-13:30h	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup
13:30h-14:00h	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección
14:00h-21:30h	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup	Tomate triturado gourmet y kétchup
21:30h-22:00h	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección	Limpieza e inspección

**Tabla 4: Calendario de producción en campaña**

### 3. Necesidades de materias primas, aditivos, envases y materias auxiliares

#### 3.1 El tomate

La materia prima principal que va a recibir la industria son los tomates. El tomate utilizado para la elaboración de los productos va a ser el tomate de pera. Es una variedad de tomate de tamaño grande con pulpa carnosa, con baja acidez y de forma oblonga y aplanada. Tiene un sabor dulce y aromático por lo que es adecuado para la elaboración de salsas.

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una planta dicotiledónea de la familia de las Solanáceas. Es una planta perenne que se cultiva como anual, puede ser erecta, rastrera o semirrecta. Su tamaño varía según las variedades y su fruto es una baya de color rojo o amarillo de forma diferente dependiendo de la variedad. Puede tener un diámetro entre 3 y 16 cm.

Actualmente hay más de 60 variedades diferentes de tomate entre los más cultivados se encuentran Applause, Angela, Baladre, Bella rosa Cherry, Corazón de buey, Pera de Girona.

El tomate es un alimento con gran cantidad de propiedades beneficiosas para la salud. Es rico en vitaminas y minerales, aporta vitamina C, A, K, hierro y potasio. Aporta muy poca cantidad de calorías, ya que la mayor parte de su peso es agua, y el segundo componente que está en mayor proporción son los carbohidratos. El tomate presenta carotenoides, como el licopeno, que es un pigmento que da el color rojo al tomate. La vitamina C y el licopeno son antioxidantes y ambos actúan protegiendo el organismo humano del estrés oxidativo.

<b>TOMATE</b>			
Energía: 18 kcal 74 kJ			
Carbohidratos	3,9 g	Niacina (vit.B3)	0,594 mg
Azúcares	2,6 g	Vitamina B6	0,08 mg
Fibra alimentaria	1,2 g	Vitamina C	14 mg
Grasas	0,2 g	Vitamina E	0,54 mg
Proteínas	0,9 g	Vitamina K	7,9 µg
Agua	94,5 g	Magnesio	11 mg
Vitamina A	42 µg	Manganeso	0,114 mg
B-caroteno	449 µg	Fósforo	24 mg
Tiamina (vit.B1)	0,037 mg	Potasio	237 mg

**Tabla 1: Valores nutricionales por cada 100 g de tomate. Fuente: base de datos USDA.**

En cuanto a los requerimientos de cultivo del tomate, la temperatura óptima para su desarrollo está entre los 20-30°C durante el día y entre 10-17°C durante la noche. Temperaturas superiores a 35°C e inferiores a 12°C afectan negativamente al fruto y al crecimiento de la planta.

La humedad relativa óptima está entre el 60-80%. No se deben superar humedades por encima del 80% ya que aumenta el riesgo de enfermedades en la parte aérea de la planta. La planta del tomate necesita buena luminosidad para un buen crecimiento y desarrollo de los frutos.

Las variedades utilizadas para uso industrial recomendadas actualmente en Navarra son: Perfectpeel, H-9036, H-9144, Cyclope, SF-903, Odin y Podium. Cualquiera de estas variedades de tomate es apta para el proceso industrial objeto del proyecto.

Fuera de campaña, se van a comprar los tomates de invernaderos de Almería, que es la mayor productora y comercializadora de tomate en España y en Europa. El precio medio estimado de los tomates es de 0,55 €/kg. Los tomates se van a recibir 4 días a la semana, de lunes a jueves.

En esta época, se van a recibir 100.000 kg de tomate por semana. Del total de tomate recibido, va a haber un 21% de mermas durante las primeras operaciones del proceso. Finalmente, de los 80,190 kg restantes, un 70% va destinado a elaborar ketchup y el 30% a tomate triturado gourmet.

Durante campaña, se van a recibir tomates de primera calidad de agricultores de la Comunidad Foral de Navarra, con una frecuencia de lunes a viernes. El precio medio estimado de compra será de 0,50 €/kg durante los 70 días que dura la campaña.

En los meses de campaña se van a recibir 150.000 kg de tomate por semana. También se estiman unas pérdidas totales de un 20%, por lo que, de los 120.285 kg restantes, el 50% se va a destinar a la elaboración de tomate triturado gourmet y el otro 50% a la elaboración de ketchup.

<b>Cantidad de tomate recibido</b>	<b>Fuera de campaña</b>	<b>Campaña</b>
Kg/año	2.700.000	1.500.000
kg/semana	100.000	150.000
PÉRDIDAS (kg/sem)	19.810	29.715
TOMATE TRITURADO (kg/sem)	80.190	12.0285
TOMATE TRITURADO (kg/día)	16.038	2.0047,5
TOMATE TRITURADO (kg/h)	1.069,20	1.336,50

**Tabla 5: Cantidad de tomate recibido y procesado**

### 3.2 Ingredientes y aditivos

El resto de los ingredientes y aditivos para la elaboración de ambos productos se van a recibir 1 día a la semana, los lunes.

Para la elaboración del ketchup son necesarios los siguientes ingredientes en las proporciones que se detallan a continuación:

- 70 cl de vinagre por 1000 g de ketchup
- 22g de azúcar por 100 g de ketchup
- 1,5 g de sal por 100 g de ketchup
- 159 g de tomate para conseguir 100 g de ketchup
- Las hierbas aromáticas van en función de la sal añadida (se añade la mitad de cantidad que se añade de sal)
- Ácido cítrico (E330), que se usa como acidulante en una dosis del 0,5%

Ingredientes Ketchup	Fuera de campaña		Campaña	
	Semanales	Anuales	Semanales	Anuales
Vinagre (l)	3.930	106.110	4.210	42.100
Azúcar (kg)	12.350	333.450	13.232	132.320
Sal (kg)	842	22.734	903	9.030
Hierbas aromáticas (kg)	421	11.367	452	4.520
Ácido cítrico (kg)	29	783	31	310

Tabla 6: Ingredientes y cantidades para el ketchup

Para la elaboración del tomate triturado gourmet, se utilizará únicamente ácido cítrico (E-330) como aditivo alimentario ya que es conservante natural y regulador de acidez. Se añadirá en los depósitos de homogeneización y se mezclará con el tomate triturado. La proporción para la elaboración de la mezcla será del 0,5% de ácido cítrico.

Aditivos tomate triturado gourmet	Fuera de campaña		Campaña	
	Semanales	Anuales	Semanales	Anuales
Ácido cítrico (kg)	13	351	31	310

Tabla 7: Aditivos y cantidades para el tomate triturado gourmet

### 3.3 Envases y etiquetas

Los envases que se van a utilizar para el envasado de los productos son botes de plástico de 300 gramos para el envasado del ketchup y latas de 780 gramos para el tomate triturado gourmet.

Necesidades de envases/semana	Fuera de campaña	Campaña
Nº envases de plástico (300g)	246.335	263.934
Nº latas (780g)	30.858	77.142

**Tabla 8: Necesidades de envases/semana**

Para el etiquetado se van a utilizar rollos de 2000 etiquetas cada uno, de diferentes dimensiones para cada producto.

Para el ketchup se van a utilizar etiquetas con unas dimensiones de 40x25 mm, y para el tomate triturado gourmet las etiquetas serán de 105x148 mm.

La información que debe presentar la etiqueta es la siguiente:

- Nombre del alimento
- Lista de ingredientes
- Aditivos alimentarios
- Información nutricional
- Contenido neto
- Nombre y dirección del fabricante
- País de origen
- Identificación del lote
- Fecha de fabricación y de caducidad
- Instrucciones para el uso

Rollos de etiquetas/semana	Fuera de campaña	Campaña
Rollos etiquetas ketchup (40x25 mm)	124	132
Rollos etiquetas tomate triturado gourmet (105x148 mm)	16	38

**Tabla 9: Necesidades de etiquetas/semana**

### 3.4 Cajas y palés

Los envases se introducen en cajas de diferentes medidas dependiendo del producto.

Para el tomate triturado gourmet las cajas utilizadas tienen unas dimensiones de 400 x 200 x 200mm. Las cajas se distribuyen en los palés colocando 12 cajas por planta, alternando su disposición para conseguir mayor estabilidad. Se obtienen así 4 alturas, por lo que en cada palé caben 48 cajas.

Para el ketchup las cajas son de 240 x 360 x 300mm. Las cajas se distribuyen en los palés colocando 10 cajas por planta, alternándose con 9 cajas por planta. Así se obtienen finalmente 3 alturas, por lo que en cada palé caben 29 cajas.

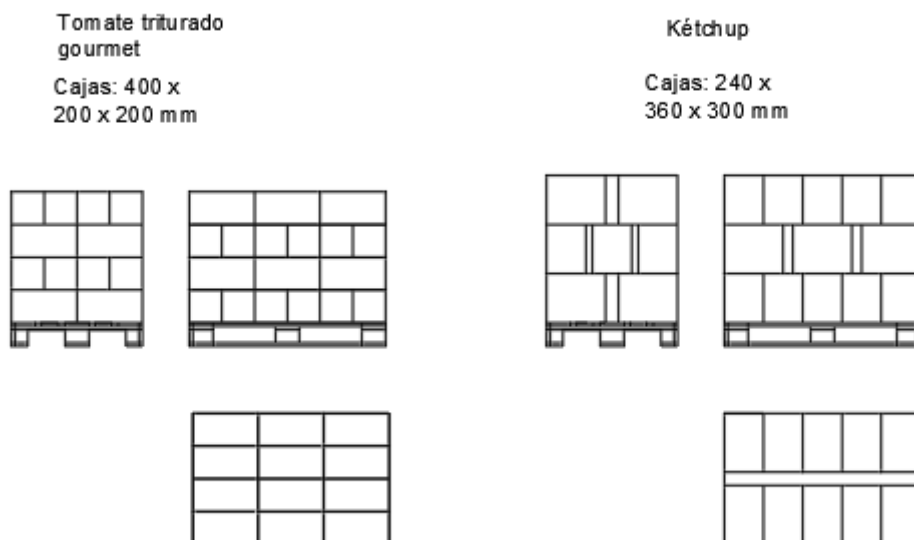


Ilustración 1: Distribución de cajas/palé

Materias auxiliares kétchup	Fuera de campaña	Campaña
Nº cajas/semana	16.423	17.596
Nº palés/semana	567	607

Tabla 10: Necesidades de materias auxiliares para el kétchup

Materias auxiliares tomate triturado gourmet	Fuera de campaña	Campaña
Nº cajas/semana	3.858	9.643
Nº palés	81	201

Tabla 11: Necesidades de materias auxiliares para el tomate triturado gourmet

### 3. Logística

En los meses fuera de campaña, se van a comprar los tomates de Almería, por lo que es necesario realizar un transporte adecuado para que lleguen en un estado óptimo a la industria.

Para ello, se va a optar por un transporte por carretera, con vehículos articulados de 5 ejes. Estos vehículos tienen una longitud de 16,5 m y una capacidad de 90 m<sup>3</sup> de carga volumétrica, con una Masa Máxima Autorizada de 40 t.

La carga útil del vehículo es de 25 t de tomates, por lo tanto, se van a recibir los tomates 4 días a la semana, de lunes a jueves.

El precio del transporte por carretera es de 1€/km, y la distancia de Almería a Viana es de 880km aproximadamente, por lo que cada viaje tendría un coste de 880€, al que habría que sumar el precio de los tomates comprados.

#### 4. Necesidades de personal

Para llevar a cabo la actividad productiva se van a contratar profesionales de diversos campos, entre los que se encuentran:

- Director general: es la persona con mayor autoridad en la empresa, tanto en el ámbito de la gestión como administrativo. Es el principal responsable de la organización. Se encarga de la contratación del personal más adecuado y su gestión para que se realice de la manera más efectiva posible.
- Director comercial: es el responsable del cumplimiento de los objetivos de ventas de la empresa. Se encarga de la búsqueda de nuevos clientes de manera continua para satisfacer los requerimientos de la empresa.
- Auxiliar administrativo: se encarga de la gestión administrativa de la organización.
- Director de producción: es el ingeniero agrónomo encargado de supervisar la producción diaria de la planta. Además, es el encargado de garantizar la calidad del proceso productivo.
- Técnico de laboratorio: es la persona que lleva a cabo los análisis químicos, físicos y microbiológicos de las materias primas y junto al ingeniero agrónomo realiza los controles de calidad.
- Operario de recepción y pesado: es el encargado de la recepción de la materia prima, del control de los camiones y de la báscula de recepción, así como del almacenamiento de las materias primas. Los días que no se reciba materia prima, va a apoyar en la línea de producción.
- Operarios zona de lavado, selección, triturado y tamizado: son los encargados de introducir los tomates al proceso, controlar estas tres operaciones e ir vaciando los contenedores que contienen los tomates rechazados de la operación de selección, así como los restos del triturado y del tamizado.
- Operarios depósitos de mezclado: operarios encargados de añadir los ingredientes necesarios en las cantidades establecida. Los encargados de la línea de tomate gourmet, los días que no se elabore este producto van a trabajar en la zona de expedición.
- Operarios zona de envasado: son los encargados de abastecer los equipos de envasado con las latas y botes para su llenado, las etiquetas, las cajas y los palés. También se encargan del almacén de materias auxiliares.
- Operario zona de expedición y producto terminado: es el operario encargado de la zona de expedición del producto final. Los días que no se elabora tomate triturado gourmet, el operario de la línea de envasado va a trabajar en esta zona.
- Técnicos de mantenimiento: se encargan del correcto funcionamiento de los equipos y maquinaria de la empresa, intentando optimizar su funcionamiento y mejorar su rendimiento siempre que sea posible.

Nº de trabajadores	Fuera de campaña	Campaña
Director general	1	1
Director comercial	1	1
Auxiliar administrativo	1	1
Director de producción	1	1

Técnico de laboratorio	1	1
Operarios zona de recepción y pesado	1	2
Operarios zona de lavado, selección, triturado y tamizado	3	3
Operarios depósitos de mezclado	2	4
Operarios zona de envasado	2	4
Operarios zona de expedición y producto terminado	1	3
Técnicos de mantenimiento	2	2

**Tabla 12: Necesidades de personal**

## 5. Descripción técnica del proceso productivo

### 5.1 Introducción

Para la elaboración de los diferentes productos, se va a estimar la producción de cada uno de ellos en función de los tomates recibidos en cada época, calculando así la cantidad de ingredientes necesarios.

Fuera de campaña, se recibirá una cantidad de 100.000 kg de tomate por semana y en época de campaña se recibirá un 50% más, siendo esta cantidad de 150.000 kg por semana.

Durante el proceso productivo, se estiman pérdidas en las diferentes operaciones llevadas a cabo. Las primeras pérdidas son en la etapa de selección, siendo éstas del 10%. Seguidamente en la operación de triturado se obtienen unas pérdidas del 1%. En la operación de tamizado las pérdidas ascienden al 10%, ya que se eliminan las pieles y restos de pepitas.

Fuera de campaña se destina el 30% del tomate triturado obtenido para tomate triturado gourmet, mientras que el 70% restante se destina a la producción de ketchup. Para el ketchup se utiliza una cantidad de 159 g de tomate triturado para conseguir 100 g de ketchup, por lo tanto, hay una merma en la cantidad de producto final.

En campaña, el 50% de la producción corresponde a la elaboración de ketchup y la otra mitad a la elaboración de tomate triturado gourmet.



## 5.2 Diagrama de flujo fuera de campaña

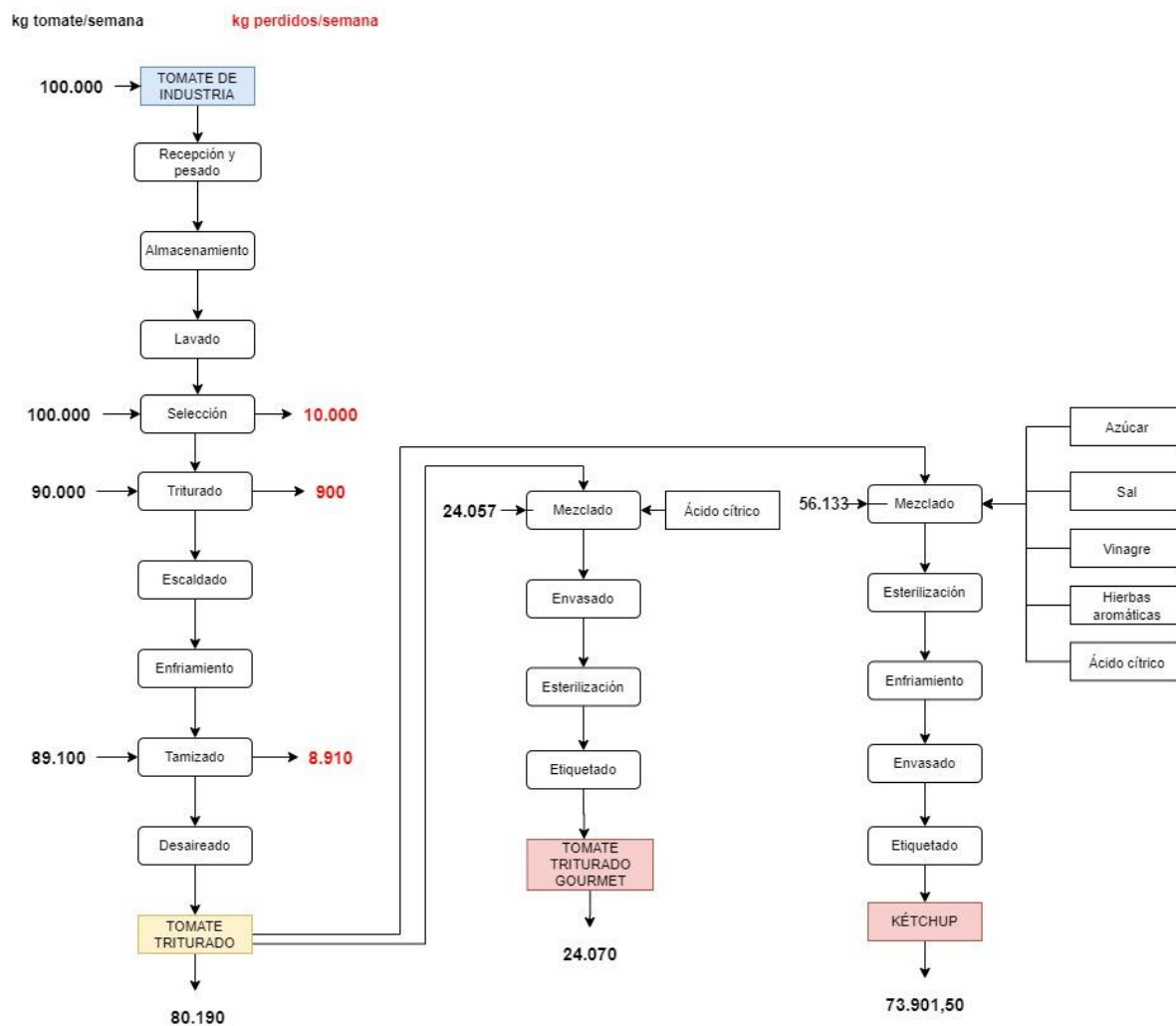


Diagrama 1: Diagrama de flujo del proceso fuera de campaña

### 5.3 Diagrama de flujo en campaña

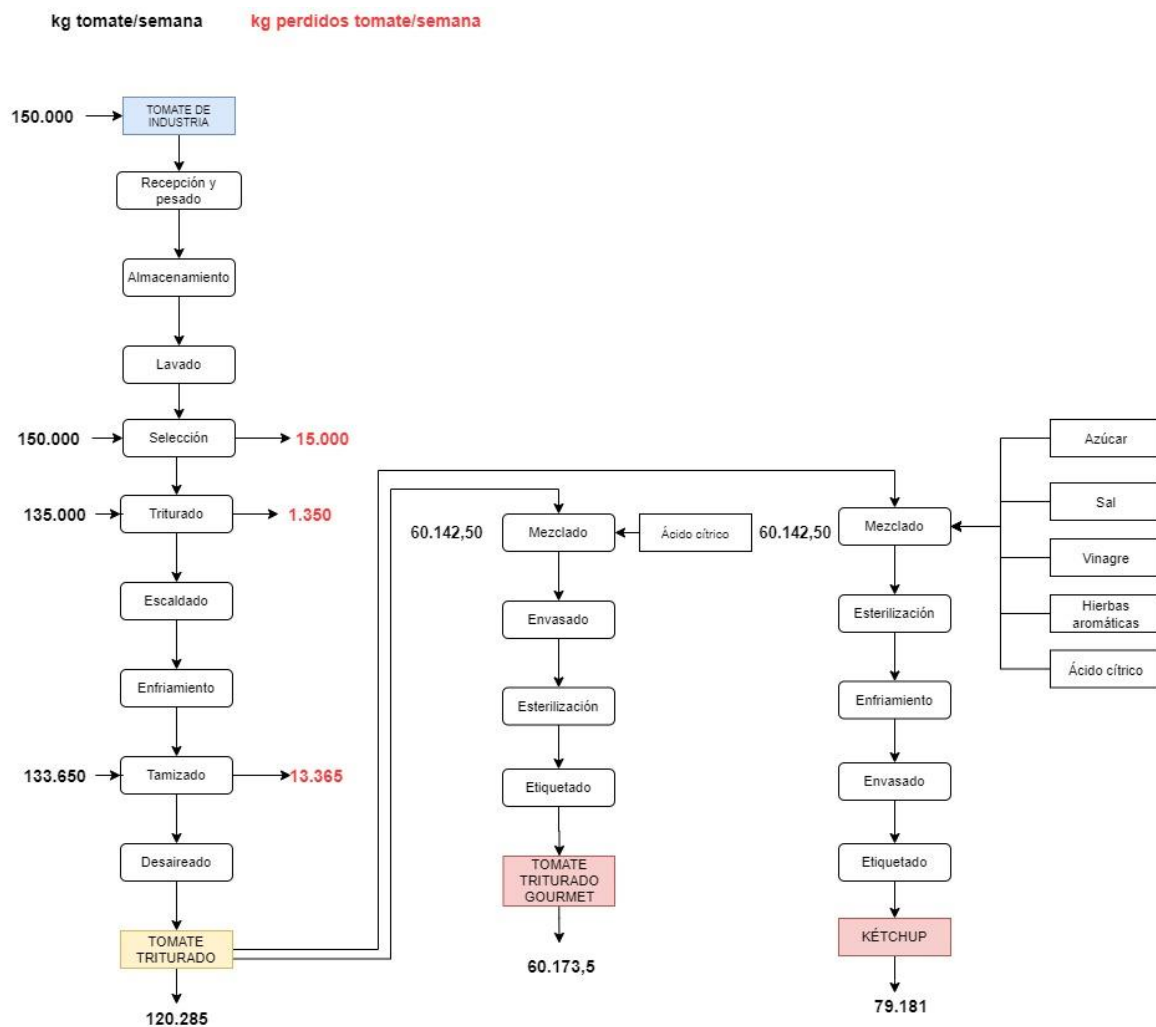


Diagrama 2: Diagrama de flujo del proceso en campaña

## 6. Estudio del proceso de elaboración

### 6.1 Línea de operaciones comunes

#### 1. RECEPCIÓN, PESADO Y ALMACENAMIENTO

El primer paso es la recepción de la materia prima, que serán los tomates frescos para su posterior descarga, y su pesado para tener un control de la producción. En este paso se cogen algunos tomates de muestra para analizarlos y hacer un control de calidad en el laboratorio.

En esta etapa se va a hacer una clasificación para estimar la cantidad utilizada para la elaboración de cada producto, destinando los tomates de color rojo intenso y de mejor calidad para tomate triturado gourmet y el resto para ketchup.

Posteriormente los tomates se llevan a la cámara frigorífica, donde se van a almacenar diferenciándolos según el producto.

Además del tomate fresco, la planta recibe otras materias primas para la elaboración de los productos: vinagre, sal, azúcar, hierbas aromáticas y ácido cítrico. Estas materias primas se guardarán en los almacenes correspondientes para cada una, bajo las condiciones que requiera cada una de ellas.

Cada materia prima recibida pasará un primer control de calidad para comprobar su estado. Si existiera algún problema se realizaría una devolución al proveedor y una no conformidad, quedando registrado el lote de materia prima rechazado.

#### 2. LAVADO

Una vez almacenados, los operarios van introduciendo los tomates a producción. El primer paso del proceso consiste en el lavado de éstos.

El lavado consiste en introducir los tomates en un equipo de lavado por inmersión y aspersion, que va a permitir reducir la carga microbiana y la eliminación de residuos sólidos.

#### 3. SELECCIÓN

El proceso de selección tiene como objetivo la retirada de los tomates defectuosos (tomates podridos, rotos, verdes, con golpes, etc.), restos vegetales o cualquier objeto extraño y sirve para evitar que entren al proceso productivo.

Para esto se empleará una cinta de selección óptica compuesta por sensores de luces led. Estos sensores se encargan de analizar atributos como el color, el tamaño, la forma o manchas en la superficie de los tomates. Los tomates que no pasen la selección serán rechazados mediante unos eyectores que los saca de la cinta, hacia unos contenedores.

#### 4. TRITURADO

Tras el proceso de selección se realiza el triturado de los tomates seleccionados. En este proceso obtenemos pulpa de tomate, ya que el tomate queda mezclado con trozos de piel y pepitas.

## 5. ESCALDADO

Después del triturado se realiza un escaldado del tomate triturado.

El objetivo de esta operación es inactivar la actividad enzimática, sobre todo de las pectinasas, que se encargan de disminuir la consistencia del producto y producen una importante pérdida de viscosidad. También tiene como finalidad obtener la pectina que se encuentra en la semilla y el pericarpio. De la misma forma también se consigue reducir la carga microbiana considerablemente, aproximadamente en un 90%.

Para la operación de escaldado se va a utilizar un escaldador de vapor, ya que produce menos pérdidas de nutrientes en el producto, permite ahorrar mayor cantidad de agua y evita tener aguas residuales. El equipo de escaldado está formado por una cinta sinfín que introduce el producto al interior del equipo donde se encuentra una atmósfera de vapor. Una vez introducido el tomate triturado, se somete a un calentamiento durante 2 minutos a una temperatura de 80°C.

Este tratamiento también tiene una serie de inconvenientes, hace que varíe algo el sabor del producto, pero también resalta el color.

## 6. ENFRIAMIENTO

El proceso posterior al escaldado consiste en un enfriamiento rápido, este paso es necesario para evitar la proliferación de microorganismos termófilos, que son resistentes a la temperatura.

El aire es recirculado por unos ventiladores y pasa por un intercambiador enfriando el producto hasta los 2°C. Finalmente, el producto final se descarga a 10°C.

## 7. TAMIZADO

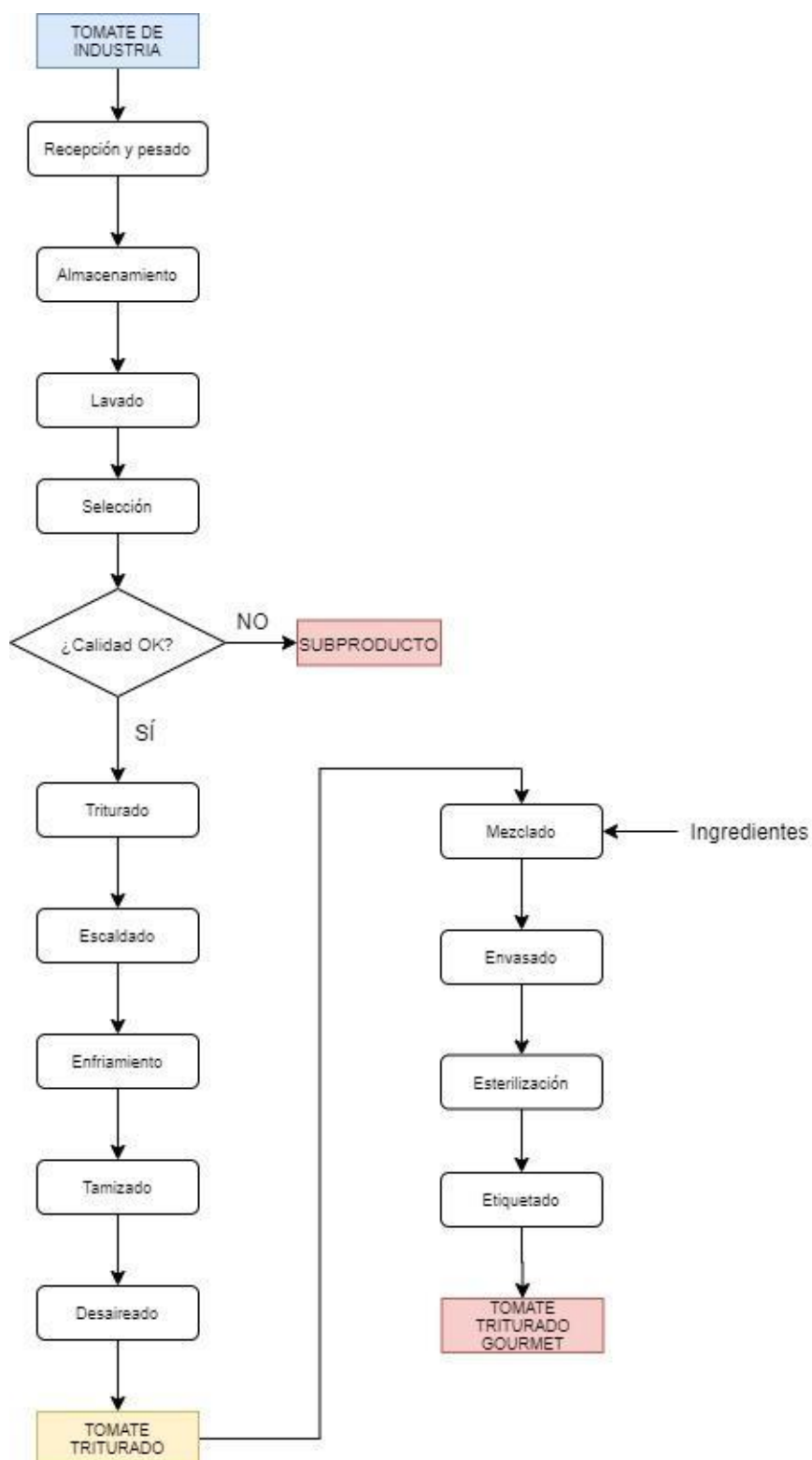
El tamizado es un proceso físico por el cual se eliminan los restos de pieles y pepitas que no han sido eliminados previamente. De esta forma se consigue obtener la pulpa de tomate que se utiliza para la elaboración del producto final.

## 8. DESAIREADO

Este paso consiste en la eliminación del oxígeno y gases como el CO<sub>2</sub> con la aplicación de vacío. También ayuda a evitar la eliminación de aromas, mantiene el color y evita reacciones de oxidación por altas temperaturas.

Con la operación de desaireado terminan las operaciones comunes a ambos productos.

## 6.2 Diagrama de proceso del tomate triturado gourmet



**Diagrama 3: Diagrama de proceso del tomate triturado gourmet**

### 6.3 Línea de operaciones del tomate triturado gourmet

#### 1. MEZCLADO

Una vez obtenido el tomate triturado, una parte de éste pasa a unos depósitos de mezclado, donde se realiza la mezcla con el ácido cítrico.

#### 2. ENVASADO

Seguidamente se realiza el envasado del producto terminado en latas utilizando una envasadora automática. Las latas son cerradas y selladas haciéndose el vacío y aplicando calor.

#### 3. ESTERILIZACIÓN

Después del envasado, a las latas llenas y herméticamente cerradas se les aplica una esterilización. Con ello se consigue destruir todas las bacterias y esporas sin deteriorar el producto. Para ello, se somete el producto a una temperatura elevada de 120°C y durante un tiempo determinado. Esto permite posteriormente una buena conservación del producto. Para esta operación se utiliza un autoclave.

#### 4. ETIQUETADO

El paso siguiente a la esterilización de las latas de tomate es el etiquetado de éstas. Para ello se usará una etiquetadora automática de etiquetas adhesivas.

#### 6.4 Diagrama de proceso del ketchup

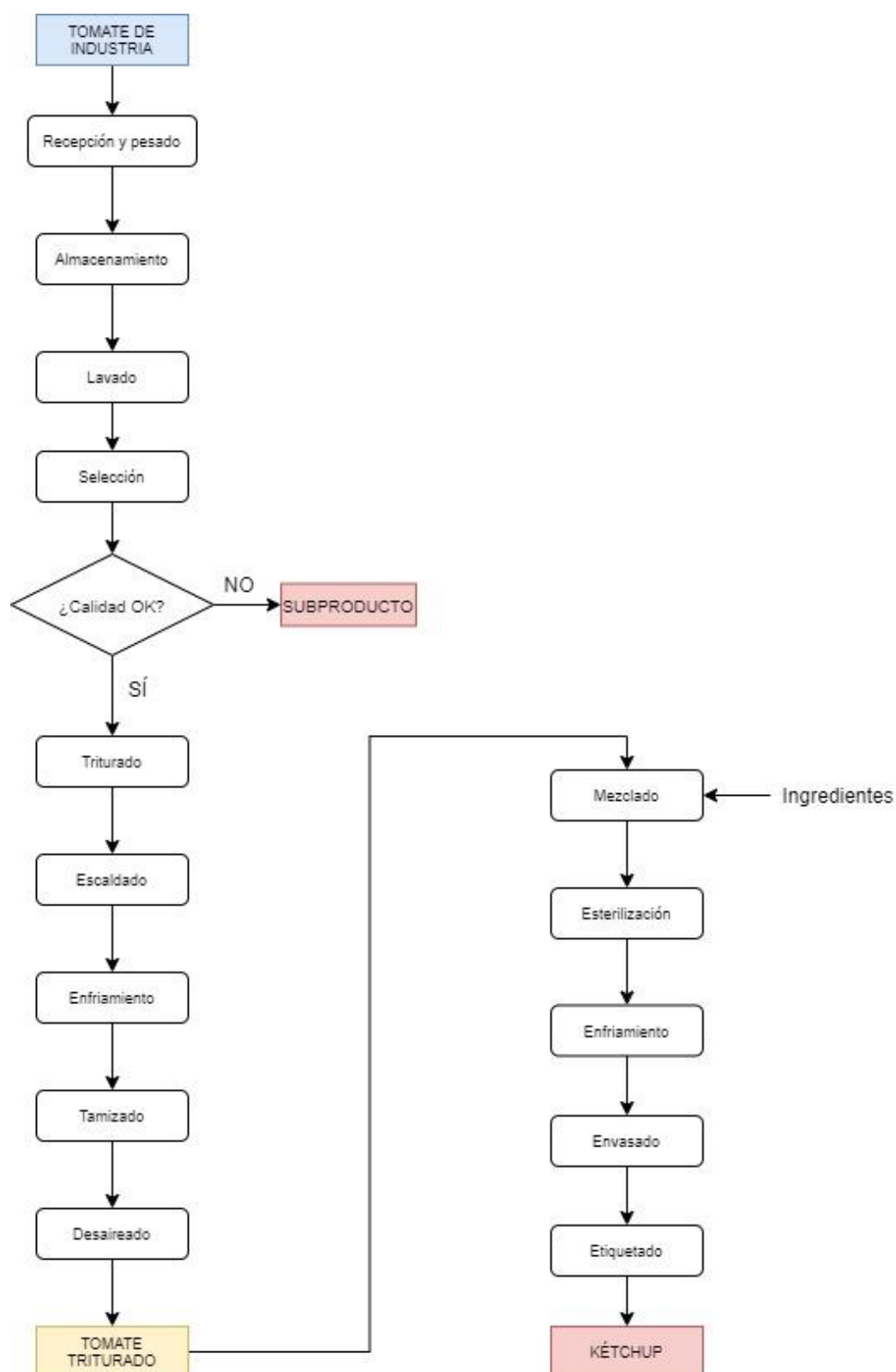


Diagrama 4: diagrama de proceso del ketchup

## 6.5 Línea de operaciones del ketchup

### 1. MEZCLADO

El primer paso para la elaboración del ketchup consiste en el mezclado del tomate triturado con los ingredientes. La mezcla se hace en unos depósitos donde llega el tomate triturado a través de tuberías y una vez llenos con la cantidad necesaria, se van añadiendo manualmente sal, azúcar, vinagre, hierbas aromáticas y ácido cítrico, previamente pesadas.

### 2. ESTERILIZACIÓN

Después del mezclado de todos los ingredientes, se procede a la esterilización de la mezcla. El ketchup es un producto con un pH bajo, por lo que nos facilita el tratamiento térmico ya que el pH ácido evita la proliferación de numerosos microorganismos.

Para la esterilización se utilizan temperaturas superiores a 100°C, y ello permite conseguir un producto sanitariamente seguro y estable a temperatura ambiente. Sin embargo, tenemos que ajustar la temperatura al alimento para evitar que haya una gran pérdida de las características organolépticas.

El ketchup tiene un pH alrededor de 3,9, por lo tanto, es improbable que haya riesgo de contaminación por *Clostridium botulinum*, ya que a pH tan bajos no puede germinar.

La esterilización se realizará a una temperatura de 100°C y durante un tiempo de 12 minutos.

### 3. ENFRIAMIENTO

Después de llevar el ketchup a elevadas temperaturas el siguiente paso es el enfriamiento, para poder realizar el envasado posteriormente.

### 4. ENVASADO Y ETIQUETADO

Para el envasado se utilizará una envasadora aséptica automática, que introduce el ketchup directamente en los botes de plástico.





# **ANEJO 4**

## **INGENIERÍA DEL PROCESO PRODUCTIVO**

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

## ÍNDICE

1. Introducción .....	2
2. Diagrama de los equipos .....	2
2.1 Equipos comunes .....	2
2.2 Equipos línea de tomate triturado gourmet .....	3
2.3 Equipos línea de ketchup .....	3
3. Descripción de los equipos.....	4
3.1 Equipos línea de operaciones comunes .....	4
3.2 Equipos línea de tomate triturado gourmet .....	9
3.3 Equipos línea de ketchup .....	13
3.4 Equipo de limpieza .....	16
3.5.....	17
Flujo de material entre las distintas operaciones .....	17
3.6 Equipos zonas de almacenamiento y expedición.....	20
3.7 Equipos de laboratorio .....	21
4. Fichas técnicas de los equipos .....	23

## 1. Introducción

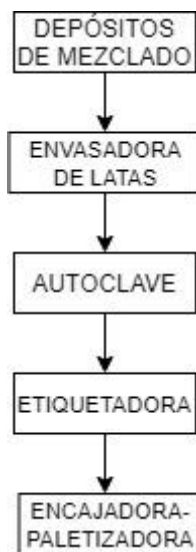
En este anejo se detallan los diagramas de los equipos utilizados en el proceso productivo, así como la descripción de cada equipo utilizado, sus características técnicas y su funcionamiento.

## 2. Diagrama de los equipos

### 2.1 Equipos comunes



## 2.2 Equipos línea de tomate triturado gourmet



## 2.3 Equipos línea de ketchup



### 3. Descripción de los equipos

#### 3.1 Equipos línea de operaciones comunes

##### BÁSCULA

Se trata de una báscula-puente empotrada para camiones que se va a situar en el exterior, cerca de la zona de recepción.

Las características de la báscula son las siguiente:

- Instalación: empotrada
- Capacidad: 60 toneladas
- Dimensiones: 15 x 3 metros
- Puntos de apoyo: 6/8
- Sistema electrónico
- N.º de células de carga: 6
- Altura foso: 1250 mm
- Grueso chapa superior lisa: 12 mm
- Acabado: pintura epoxi de alto nivel anticorrosivo de color gris
- Visor electrónico

##### TRANSPORTE ENTRE EQUIPOS

El producto va a ser transportado de unos equipos a otros a través de tuberías de acero inoxidable impulsadas con bombas.

##### LAVADORA POR ASPERSIÓN E INMERSIÓN

Una vez almacenados, los operarios introducen los tomates al proceso. Para el lavado se van a utilizar dos lavadoras de inmersión con aspersión.

Este equipo consta de un tanque donde se crea una turbulencia, además de unas boquillas rociadoras de agua a presión, una bomba que recircula el agua y finalmente un elevador para sacar el producto que ya ha sido lavado. También posee un tanque de recepción de agua que filtra el agua y donde se decantan los sólidos como arena o piedras que pueden contener los tomates.

El tanque tiene una capacidad de almacenamiento de 0,5 m<sup>3</sup> de agua y tiene la ventaja de que permite reducir el consumo de agua durante el lavado. El producto es transportado de forma automática y la velocidad se puede variar automáticamente.

Tiene unas dimensiones de 2,23 metros de largo, 1,02 metros de ancho y 1,73 metros de alto. Tiene una capacidad de 1 tonelada/hora y consume una potencia de 1,12 kW.



Ilustración 1: Lavadora por aspersión e inmersión. Fuente: Citalisa

### **CINTA DE SELECCIÓN ÓPTICA**

Para la selección de los tomates, estos pasan a una cinta de selección óptica, cuyo principal objetivo es seleccionar los tomates que sirven para ser procesados, mientras que se eliminan los tomates que no sirven, ya sea por su estado de maduración, color, golpes, manchas o su forma.

Este equipo tiene unos sensores en la parte superior e inferior para ver los tomates en movimiento con un sistema de luces led, cámaras e infrarrojo cercano. Los tomates que no sirven son desviados mediante unos eyectores inteligentes a unos contenedores.

Tiene un rendimiento de hasta 2,5 toneladas/hora. Reduce hasta en un 80% la mano de obra aumenta el rendimiento del proceso en un 25%. Tiene un bajo mantenimiento y una larga vida útil.

Tiene unas dimensiones de 3,12 metros de largo, 1,85 metros de ancho y 1,75 metros de alto, y consume una potencia de 1 kW.



Ilustración 2: Cinta de selección óptica. Fuente: MARTIN MAQ

### **TRITURADORA**

Después del lavado los tomates pasan al equipo de triturado, para el cual se va a utilizar 1 trituradora.

Son introducidos por la parte superior, y una vez entran al equipo se produce el triturado gracias a unas cuchillas que producen la pulpa del tomate.

El equipo es de acero y tiene unas dimensiones de 0,6 metros de largo, 0,5 metros de ancho y 0,85 metros de alto. Su capacidad es de 2,5 toneladas/hora y consume una potencia de 1,1 kW.



**Ilustración 3. Trituradora. Fuente:**

### **ESCALDADOR**

Se va a utilizar un equipo de escaldado de vapor de acero inoxidable.

El equipo tiene unas dimensiones 11,5 metros de largo, 3,2 metros de ancho y 2,8 metros de alto. Tiene una capacidad de 3 toneladas/hora y consume una potencia de 2 kW.

Se alimenta el producto dentro del equipo a la zona de cocción gracias a un transportador de tornillo horizontal, y se descarga el producto por una cinta en movimiento. El producto se cocina a vapor, que se distribuye en la zona de cocción a través de unos ventiladores integrados.

Una vez se ha cocinado el producto a una temperatura de 80°C, se produce un enfriamiento por evaporación con el aire ambiente al que se le añade una pequeña porción de agua. El aire refrigerante crea un lecho fluido ascendiendo desde abajo y gracias a unos agitadores que agitan el producto, desciende la temperatura a 37 °C.

La última etapa de enfriamiento es con aire refrigerado mecánicamente. El aire es recirculado y pasa por unos ventiladores a un intercambiador térmico que crea una temperatura de 2 °C. Finalmente, el producto es descargado a una temperatura de 10 °C.



**Ilustración 4: Escaldador. Fuente: Cabinplant**

### **TAMIZ**

Se va a utilizar un equipo de tamizado vibrante para el despulpado del tomate.

Los tomates se introducen por la tolva de carga, el producto pasa por unas paletas ajustadas al tamiz para filtrar la pulpa. Los restos de pepitas y piel se expulsan por la parte delantera del tamiz y la pulpa se descarga por la parte central. Consta de 4 pisos separadores incorporados.

El equipo tiene unas dimensiones de 1,5 metros de largo, 0,6 metros de ancho y 1,5 metros de alto. Tiene una capacidad de 3 toneladas/hora y un consumo de 16 kW.



**Ilustración 5: Tamiz. Fuente: Vibrowest**



### **DESAIREADOR**

El equipo de desaireación tiene como objetivo la eliminación del aire para evitar reacciones de oxidación. Este equipo consiste en un tanque donde el producto se somete a vacío eliminando el oxígeno. Este aireador incluye un recuperador de aromas.

Tiene unas dimensiones de 1 metro de largo, 0,8 metros de ancho y 1,5 metros de alto. Consume una potencia de 15 kW y tiene una capacidad de 3,5 toneladas/hora.



**Ilustración 6: Desaireador. Fuente: Directindustry**

### 3.2 Equipos línea de tomate triturado gourmet

#### DEPÓSITOS DE MEZCLADO

Se van a utilizar 2 depósitos homogeneizadores de mezcla de 300 litros cada uno. Los depósitos se vacían cada 20 minutos. Como la densidad de la mezcla se estima en  $1080 \text{ kg/m}^3$ , los depósitos tienen una capacidad de 1,3 t/h cada uno.

Estos depósitos consisten en un tanque de acero inoxidable equipados con un agitador que homogeneiza la mezcla.

Tiene la boca en la parte superior y consta de una entrada de ingredientes y una salida para el producto final, así como de un martillo de muestreo y una ducha de saneamiento. Tiene un indicador de nivel, un controlador de velocidad y un panel de control para el agitador. Consta de un manómetro, un termómetro y un termostato.

Tiene unas dimensiones de 1,55 metros de largo, 1,12 metros de ancho y 2,37 metros de alto. Consume una potencia de 3 kW.



Ilustración 7: Depósito homogeneizador de mezcla. Fuente: Eshop

### **ENVASADORA DE LATAS**

Se va a emplear una máquina de sellado de latas de acero inoxidable y de tipo automático, que realiza un movimiento rotatorio para colocar las latas y un brazo realiza el sellado de la tapa.

Es un equipo rotatorio, con control automático tipo PLC y pantalla táctil. Tiene un cabezal de costura y la alimentación es automática, por lo que aumenta mucho el rendimiento.

Tiene unas dimensiones de 2 metros de largo, 0,65 metros de ancho y 1,5 metros de alto, y una capacidad de 50 latas/minuto. El consumo de potencia de este equipo es de 1,2 kW.



**Ilustración 8: Envasadora de latas**

### **AUTOCLAVE**

Para la esterilización de las latas se va a utilizar un autoclave de alta presión, que utiliza vapor de agua. Las latas se van a someter a una temperatura de 120 °C, durante un tiempo de 20 minutos y a una presión de 2 bares.

El equipo es un recipiente de acero inoxidable y cilíndrico de paredes gruesas, con un cierre hermético, que sustituye el aire por vapor de agua para realizar la esterilización.

Tiene unas dimensiones de 5 metros de largo, 1,5 metros de ancho y 1,5 metros de alto y su consumo de potencia es de 30 kW. Tiene una capacidad de 10000 litros.



**Ilustración 9: Autoclave**

### **ETIQUETADORA**

Se va a utilizar una etiquetadora continua automática que aplica etiquetas autoadhesivas. El operario, una vez enfriadas las latas después de pasar por el autoclave, las introduce en una cinta que las transporta a la etiquetadora.

Este equipo es de acero inoxidable, está formado por dos cabezales que pegan la etiqueta a la lata. La producción y velocidad son adaptables.

Tiene unas dimensiones de 3,5 metros de largo, 2 metros de ancho y 1,5 metros de alto. Tiene capacidad para 4000 latas/hora, y consume una potencia de 5 kW.



**Ilustración 10: Etiquetadora. Fuente: Didacmendez**

### 3.3 Equipos línea de ketchup

#### DEPÓSITOS DE MEZCLADO

Se van a utilizar 2 depósitos homogeneizadores de mezcla de 300 litros cada uno, los mismos que para la línea de tomate triturado gourmet. Como la densidad de la mezcla se estima en  $1080 \text{ kg/m}^3$ , los depósitos tienen una capacidad de 1,3 t/h cada uno.

Estos depósitos consisten en un tanque de acero inoxidable equipados con un agitador que homogeneiza la mezcla.

Tiene la boca en la parte superior y consta de una entrada de ingredientes y una salida para el producto final, así como de un martillo de muestreo y una ducha de saneamiento. Tiene un indicador de nivel, un controlador de velocidad y un panel de control para el agitador. Consta de un manómetro, un termómetro y un termostato.

Tiene unas dimensiones de 1,55 metros de largo, 1,12 metros de ancho y 2,37 metros de alto. Consume una potencia de 3 kW.



Ilustración 11: Depósito homogeneizador. Fuente: eshop

#### ESTERILIZADOR

Para la esterilización del ketchup, se va a utilizar un equipo de esterilización de acero inoxidable. Este equipo permite ajustar la temperatura de esterilización al producto, que en este caso será de  $100^{\circ}\text{C}$  durante un tiempo de 12 minutos.

Tiene unas dimensiones de 2,85 metros de largo, 1,55 metros de ancho y 1,9 metros de alto, y consume una potencia de 5 kW. Su capacidad es de 5 toneladas/hora.



**Ilustración 12: Esterilizador. Fuente: Directindustry**

### **DEPÓSITO ESTÉRIL**

Después de la esterilización, es necesario almacenar el producto antes del envasado aséptico para evitar la contaminación del producto.

El depósito estéril tiene unas dimensiones de 1 metro de diámetro y 2,5 metros de alto, y una capacidad de 3000 litros.



**Ilustración 13: Depósito estéril. Fuente: Prenitor**

### **ENVASADORA**

Para el envasado del ketchup se va a emplear una máquina envasadora de botes de plástico. Este equipo puede llenar y sellar los botes utilizando un sistema de giratorio intermitente.

Los botes se colocan manualmente en el cargador, que los coloca automáticamente en cada base, posteriormente la máquina rellena, sella e imprime código.

Este equipo tiene unas dimensiones de 1,1 metros de largo, 0,8 metros de ancho y 1,6 metros de alto. Tiene una capacidad de producción de 50 piezas/minuto y consume una potencia de 1,2 kW.



Ilustración 14: Envasadora. Fuente: itepacp

### **ETIQUETADORA**

Para el etiquetado de los botes de ketchup se va a utilizar una máquina etiquetadora automática que está equipada con células de detección especiales para el posicionamiento de las etiquetas.

Tiene unas dimensiones de 3,5 metros de largo, 2 metros de ancho y 1,5 metros de alto. Tiene capacidad para 4000 etiquetas/hora, y consume una potencia de 2kW.



Ilustración 15: Etiquetadora. Fuente: Jesús Espier

### **ENCAJADORA-PALETIZADORA**

Finalmente se utiliza un equipo de encajado-paletizado de tipo horizontal para almacenar ambos productos.

Este equipo realiza un primer encajado de las latas o botes de plástico, para posteriormente realizar el paletizado de las cajas y poder almacenar el producto final.

El operario es el encargado de introducir las latas o botes dentro del equipo, y éste comienza formando la caja automáticamente, realizando un cerrado autoadhesivo y empujando el producto dentro de ellas. Posteriormente las cajas son cerradas y transportadas mediante unas cintas para su paletizado que se realiza también de forma automática.

Este equipo tiene unas dimensiones de 8 metros de largo, 2,3 metros de ancho y 2 metros de alto y consume una potencia de 7,6 kW.





**Ilustración 16: Encajadora-paletizadora. Fuente: Directindustry**

### **3.4 Equipo de limpieza**

La limpieza e higiene va a ser unos de los objetivos prioritarios en esta industria, por lo tanto, para ello se va a emplear un equipo de limpieza CIP.

El equipo de limpieza “cleaning in place” (CIP) es un sistema de lavado automático in situ, que no requiere desmontaje del equipo de producción, y recircula la solución de limpieza a través de tuberías, válvulas, intercambiadores de calor y bombas. La solución de limpieza pasa a gran velocidad generando una fricción que elimina la suciedad. Para ello, es necesario realizar la limpieza nada más terminar el ciclo de producción.

Es un equipo fijo automático, que facilita la limpieza de la planta y los equipos, elimina impurezas y reduce en gran medida las bacterias presentes en cualquier superficie.

Este equipo CIP consta de un depósito aislado de 300 litros de capacidad para la preparación de la solución de limpieza. Tiene una resistencia eléctrica para el calentamiento con regulación de temperatura y una bomba de impulsión. La dosificación del producto químico permite regular su concentración y el caudal, garantizando así un correcto ciclo de limpieza. El aislamiento del depósito es de lana de roca.

El caudal de limpieza es de 10.000 litros/hora con una presión de 3 bar. Requiere una potencia eléctrica de 18,5 kW, y tiene unas dimensiones de 1,8 metros de largo, 1,25 metros de ancho y 2,10 metros de alto.



**Ilustración 17: Equipo de limpieza CIP. Fuente: Inox**

### 3.5 Flujo de material entre las distintas operaciones

Operaciones comunes:

Operación / equipo	Capacidad unitaria (t/h)	Número de unidades	Capacidad total (t/h)	Carga	Descarga	Tiempo de uso en campaña (h/día)	Tiempo de uso fuera de campaña (h/día)	Pérdidas <sup>1</sup> (kg)	Medio de transporte de las pérdidas
Lavadora	1	2	2	Carretilla + big box	Cinta transportadora	12,5	10	0	-
Cinta de selección óptica	2,5	1	2,5	Cinta transportadora	Cinta transportadora	12,5	10	10000/15000	Cinta transportadora
Trituradora	2,5	1	2,5	Cinta transportadora	Tubería	9	7,2	900/1350	Tubería
Escaldador	3	1	3	Tubería	Tubería	7,5	6	0	-
Tamiz	3	1	3	Tubería	Tubería	7,5	6	8910/13365	Tubería
Desaireador	3,5	1	3,5	Tubería	Tubería	5,72	4,58	0	-

<sup>1</sup> Pérdidas fuera de campaña y en campaña, respectivamente.

Operaciones del proceso de tomate triturado gourmet:

Operación / equipo	Capacidad unitaria (t/h)	Número de unidades	Capacidad total (t/h)	Carga	Descarga	Tiempo de uso en campaña (h/día)	Tiempo de uso fuera de campaña (h/día)	Pérdidas (%)	Medio de transporte de las pérdidas
<b>Depósitos de mezclado</b>	1,3	2	2,6	Carretilla + tubería	Tubería	3,85	1,85	0	-
<b>Envasadora</b>	4	1	4	Tubería	Manual	2,5	1,2	0	-
<b>Autoclave</b>	2	2	4	Manual	Manual	2,5	1,2	0	-
<b>Etiquetadora</b>	4	1	4	Manual	Manual	2,5	1,2	0	-

Operaciones del proceso de ketchup:

Operación / equipo	Capacidad unitaria (t/h)	Número de unidades	Capacidad total (t/h)	Carga	Descarga	Tiempo de uso en campaña (h/día)	Tiempo de uso fuera de campaña (h/día)	Pérdidas (%)	Medio de transporte de las pérdidas
Depósitos de mezclado	1,3	2	2,6	Carretilla + tubería	Tubería	3,85	4,32	0	-
Esterilizador	3	1	3	Tubería	Tubería	3,34	3,74	0	-
Depósito estéril	3	1	3	Tubería	Tubería	3,34	3,74	0	-
Envasadora	4	1	4	Tubería	Cinta transportadora	2,50	2,8	0	-
Etiquetadora	4	1	4	Cinta transportadora	Manual	2,50	2,8	0	-
Encajadora-paletizadora (común)	4	1	4	Manual	Carretilla	2,50	2,8	0	-

### 3.6 Equipos zonas de almacenamiento y expedición

Para el transporte de las cajas de tomates, los pallets y los diferentes ingredientes, se van a utilizar 3 carretillas elevadoras eléctrica para facilitar y agilizar el trabajo de los operarios.

La carretilla elevadora tiene una capacidad específica de elevación de 1500 kg, una altura de elevación de 3,28 m, capacidad de desplazamiento lateral, transmisión automática, equipo de alumbrado, avisador marcha atrás y rotativo luminoso y cinturón de seguridad. Tiene una velocidad de desplazamiento con carga de 18 km/h y una potencia de tracción de 14 kW y potencia de elevación de 11,7 kW.

Tiene unas dimensiones de 3,05 metros de largo, 0,945 metros de ancho y una altura total con mástil desplegado de 4,57 metros.

Se estima el tiempo medio que tarda una carretilla en mover un palé, en función de la velocidad y la distancia recorrida, más el tiempo de carga y descarga:



El tiempo de aceleración con carga es de 4,8 segundos, y la aceleración se produce de 0 a 10 metros, por lo que no hay espacio para llegar a una situación de velocidad máxima. Por ello, se supone lo que tarda cada ida:

$$4,8 \text{ s} \times 2 \text{ (acelerar y frenar)} = 9,6 \text{ s}$$

$$9,6 \text{ s} \times 2 \text{ (ida y vuelta)} = 19,2 \text{ s}$$

El tiempo estimado en cargar y descargar un palé es de 6 segundos, y el tiempo en hacer el camino de ida y vuelta es de 19,2 segundos. Por lo tanto, el tiempo total empleado es de 25,2 segundos.

Para calcular los palés que puede manipular una carretilla en una hora, se tiene en cuenta el factor humano, así como los diferentes obstáculos que puede haber en el camino y se aplica la eficiencia de la máquina, es decir, el tiempo que la máquina está efectivamente trabajando, que se estima en un 75 %.

$$\frac{3600 \frac{\text{s}}{\text{h}}}{(19,2 + 6) \frac{\text{s}}{\text{palé}}} \times 0,75 = 107 \text{ palés/h}$$

Según los cálculos se estima que una carretilla puede manipular como máximo 107 palés / hora.



**Ilustración 18: Carretilla elevadora eléctrica. Fuente: Ficha técnica carretilla Mitsubishi**

### 3.7 Equipos de laboratorio

#### COLORÍMETRO

Es un instrumento que identifica el color y el matiz para una medida objetiva del color. También permite medir la absorbancia de una disolución en una frecuencia de luz específica, por lo que sirve para saber la concentración de un soluto conocido que sea proporcional a la absorción.



**Ilustración 19: Colorímetro. Fuente: Aquateknica**

#### pH-METRO

Sensor utilizado para medir el pH de una disolución. Consiste en un par de electrodos, uno de cloruro de mercurio y otro de vidrio que se sumergen en la disolución que se quiere medir.



**Ilustración 20: pH-metro. Fuente: Fortsul**

### **EQUIPO DE CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA**

Se utiliza para separar los compuestos orgánicos semivolátiles. Este equipo se compone de unos reservorios, una bomba, un inyector automático, una columna cromatográfica, detectores en serie, un sistema de tratamiento de datos y una botella para desechos.



**Ilustración 21: Equipo de cromatografía líquida. Fuente: Rousselet**

### **EQUIPO DE CROMATOGRAFÍA DE GASES**

Es un equipo de cromatografía gas-líquido y está compuesto por el gas portador, un sistema de inyección de muestra, la columna y el detector.



**Ilustración 22: Cromatógrafo de gases.**

#### 4. Fichas técnicas de los equipos

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº1				
NOMBRE DEL EQUIPO	Báscula para camiones		N º de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Báscula para camiones con capacidad para 60 toneladas para pesar la cantidad de materia prima recibida y poder cuantificar la producción.			
COMPONENTES	Instalación empotrada, sistema electrónico, 6 células de carga, visor electrónico.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	15	3	-	-
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	-	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº2				
NOMBRE DEL EQUIPO	Lavadora por aspersión e inmersión		N º de unidades	
			2	
CARACTERÍSTICAS	Realiza un lavado por inmersión completa del producto y su posterior rociado con agua a presión. Capacidad de 1 tonelada/hora			
COMPONENTES	Tanque, boquillas rociadoras, bomba de recirculación y elevador.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	2,23	1,02	1,73	250
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	1,12	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m3/h)	
	166	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº3				
NOMBRE DEL EQUIPO	Cinta de selección óptica	Nº de unidades		
		1		
CARACTERÍSTICAS	Selecciona el producto apto para ser procesado. Rendimiento de 2,5 toneladas/hora.			
COMPONENTES	Sensores en la parte superior e inferior, sistema de luces led, cámaras e infrarrojo cercano y eyectores inteligentes.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	3,12	1,85	1,75	300
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	1	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	



FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº4				
NOMBRE DEL EQUIPO	Trituradora		N º de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Equipo de triturado de acero inoxidable. El producto se introduce por la parte de arriba y sale por la parte de abajo. Capacidad de 2 toneladas/hora			
COMPONENTES	Cuchillas de acero inoxidable			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	0,6	0,5	0,85	-
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	1,1	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº5				
NOMBRE DEL EQUIPO	Escaldador		N º de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Equipo de acero inoxidable, se alimenta el producto con un transportador de tornillo horizontal y se descarga por una cinta en movimiento. Escaldado a vapor y posterior enfriamiento. Capacidad de 3 toneladas/hora.			
COMPONENTES	Ventiladores integrados.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	11,5	3,2	2,8	-
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	2	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS N°6				
NOMBRE DEL EQUIPO	Tamiz		N º de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Se introduce el producto por la tolva de carga y pasa por unas paletas que filtran la pulpa. Las pepitas y la piel se expulsan por la parte delantera y la pulpa por la parte central. Capacidad de 3 toneladas/hora.			
COMPONENTES	Paletas ajustadas al tamiz que realizan el filtrado.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	1,5	0,6	1,5	-
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	16	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS N°7				
NOMBRE DEL EQUIPO	Desaireador		N ° de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	El producto se somete a vacío en un tanque y se elimina el oxígeno. Capacidad de 3,5 toneladas/hora.			
COMPONENTES	Tanque de vacío y recuperador de aromas.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	1	0,8	1,5	-
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	15	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS N°8				
NOMBRE DEL EQUIPO	Depósitos de mezclado		N ° de unidades	
			4	
CARACTERÍSTICAS	Tanque de acero inoxidable de 300 litros de capacidad. Boca en la parte superior, entrada/salida de ingredientes y producto final.			
COMPONENTES	Motor con agitador, chaqueta de acero inoxidable, martillo de muestreo, ducha de saneamiento, indicador de nivel, controlador de velocidad, panel de control para el agitador, manómetro, termómetro y termostato.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	1,55	1,12	2,37	510
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	3	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS N°9				
NOMBRE DEL EQUIPO	Envasadora de latas		N ° de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Equipo de sellado de latas de acero inoxidable automático con movimiento rotatorio. Capacidad de 50 latas/minuto.			
COMPONENTES	Control automático tipo PLC, pantalla táctil, cabezal de costura.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	2	0,65	1,5	500
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	1,2	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº10				
NOMBRE DEL EQUIPO	Autoclave		N º de unidades	
			2	
CARACTERÍSTICAS	Equipo de acero inoxidable. Utiliza alta presión y vapor de agua. Temperatura de 120 °C a una presión de 2 bares.			
COMPONENTES	Recipiente con cierre hermético.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	5	1,5	1,5	1500
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	30	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	3000	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº11				
NOMBRE DEL EQUIPO	Etiquetadora de latas		N º de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Equipo automático de acero inoxidable de etiquetas autoadhesivas. Introducción manual a la cinta. Capacidad de 4000 latas/hora.			
COMPONENTES	2 cabezales para el pegado de las etiquetas. Pantalla táctil, velocidad ajustable.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	3,5	2	1,5	400
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	5	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº12				
NOMBRE DEL EQUIPO	Esterilizador		N º de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Equipo de acero inoxidable, aplica una temperatura de 100 °C durante 12 minutos. Capacidad de 3 tonelada/hora.			
COMPONENTES	Sistema de control de temperatura, refrigeración, limpieza automática.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	2,85	1,55	1,9	1960
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	10	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	1500	-	19	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº13				
NOMBRE DEL EQUIPO	Depósito estéril		Nº de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Depósito de 3000 litros de capacidad.			
COMPONENTES	Depósito completo de acero inoxidable.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	1	1	2,5	1960
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	-	-	-	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº14				
NOMBRE DEL EQUIPO	Envasadora de botes		N º de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Equipo con sistema giratorio automático. Los botes se colocan manualmente. Capacidad de 50 botes/minuto.			
COMPONENTES	Sistema de llenado y sellado automático.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	2,1	1,8	1,6	-
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	1,2	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	20	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº15				
NOMBRE DEL EQUIPO	Etiquetadora de botes		N º de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Máquina automática de etiquetado. Capacidad de 4000 etiquetas/hora.			
COMPONENTES	Equipada con células de detección para el posicionamiento de las etiquetas.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	3,5	2	1,5	-
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	2	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº16				
NOMBRE DEL EQUIPO	Encajadora-paletizadora		N º de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Equipo automático de encajado-paletizado de latas y botes de plástico. Capacidad de 4 t/h.			
COMPONENTES	Consta de un brazo que forma las cajas y empuja el producto dentro de ellas. Pegado autoadhesivo. Sistema continuo de entrada y salida de pallets.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	8	2,3	2	-
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	7,6	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	20	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº17				
NOMBRE DEL EQUIPO	Equipo de limpieza CIP		N º de unidades	
			1	
CARACTERÍSTICAS	Equipo de limpieza móvil y automático. Contiene 1 depósito de 300 litros de capacidad.			
COMPONENTES	Resistencia eléctrica, bomba de impulsión, control de la dosificación, temperatura, caudal y tiempo.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	1,8	1,25	2,1	-
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	18,5	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	10.000	-	-	

FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Nº18				
NOMBRE DEL EQUIPO	Carretilla elevadora		N º de unidades	
			3	
CARACTERÍSTICAS	Capacidad de carga de 1600 kg, velocidad con carga de 17 km/h, desplazamiento lateral, 4 ruedas. Elevación de 4,33 m.			
COMPONENTES	Avisador marcha atrás y rotativo luminoso, cinturón de seguridad, horquillas apoya cargas.			
DIMENSIONES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO (kg)
	3,05	0,945	4,57	2944
ELECTRICIDAD	POTENCIA (kW)	TENSIÓN (V)	FRECUENCIA (Hz)	
	-	230	50	
CONSUMO	AGUA (l/h)	VAPOR (kg/h)	AIRE COMPRIMIDO (m³/h)	
	-	-	-	



## **ANEJO 5 CONTROL DE CALIDAD**

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

## ÍNDICE

1.	Introducción .....	2
2.	Características de las materias primas.....	2
2.1	Vinagre .....	2
2.2	Azúcar .....	2
2.3	Sal.....	2
2.4	Hierbas aromáticas .....	2
2.5	Ácido cítrico .....	3
3.	Control de calidad de las materias primas.....	3
3.1	Control de calidad de los tomates .....	3
3.1.1	Análisis organoléptico .....	3
3.1.2	Análisis físico-químico .....	4
3.1.3	Análisis microbiológico.....	4
3.2	Control de calidad de otras materias primas y aditivos .....	5
4.	Control de calidad del proceso .....	5
4.1	Almacenamiento.....	5
4.2	Lavado .....	5
4.3	Escaldado .....	6
4.4	Mezclado.....	6
4.5	Esterilización .....	6
4.6	Envasado .....	6
5.	Control producto terminado .....	6
5.1	Características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas del producto final	6
6.	Vida útil y condiciones de conservación .....	7

## **1. Introducción**

La calidad de un producto, servicio, proceso u operación es su grado de adecuación a unas especificaciones impuestas para su uso o consumo por el consumidor o usuario.

El control de calidad es una actividad de obligado cumplimiento, que consiste en realizar un seguimiento detallado de los procesos de la empresa para mejorar la calidad del producto o servicio. Su función principal es la aseguración de unos requisitos mínimos que deben cumplir los productos finales, y tiene como objetivos ofrecer y satisfacer a los clientes lo máximo posible y conseguir los objetivos de la empresa.

La calidad es sinónimo de una buena gestión empresarial, lo que lleva a las empresas a conseguir una gran competitividad gracias a la implantación de Sistemas de Gestión de la calidad.

Estos Sistemas de Gestión de la calidad, en este caso el sistema ISO 9000, son un conjunto de elementos mediante los cuales la Dirección planifica, ejecuta y controla todas sus actividades para alcanzar los objetivos establecidos por la empresa.

## **2. Características de las materias primas**

### **2.1 Vinagre**

Para la elaboración del ketchup, se va a utilizar vinagre de vino. Se utiliza como conservante para alargar la vida útil del alimento y para reforzar el sabor ácido. Tiene propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Se va a recibir en bidones de 50 litros.

### **2.2 Azúcar**

Se va a utilizar azúcar blanco para la elaboración del ketchup. Tiene la función de endulzar el producto. Se va a recibir en sacos de 20 kg.

### **2.3 Sal**

Se va a utilizar sal de mesa para la elaboración del ketchup. Va a proporcionar el sabor salado, además de generar apetito y estimular la ingesta del producto. Se va a recibir en sacos de 20 kg.

### **2.4 Hierbas aromáticas**

Se van a emplear en la elaboración del ketchup por sus cualidades aromáticas y condimentarias. Es una mezcla de hierbas: perejil, cebollino y tomillo. Estas hierbas aportan sales minerales y vitaminas. Se van a recibir en sacos de 20 kg.



### 2.5 Ácido cítrico

El aditivo alimentario E-330, se va a utilizar tanto para la elaboración de kétchup como de tomate triturado gourmet. Es uno de los aditivos más utilizados y es un buen conservante y antioxidante natural. Se va a recibir en sacos de 10 kg.

## 3. Control de calidad de las materias primas

Se va a realizar un control exhaustivo de las diferentes materias primas que se van a utilizar para elaborar los productos, dejando constancia de ello con certificaciones o documentos que van a facilitar los proveedores.

### 3.1 Control de calidad de los tomates

Los tomates son la principal materia prima que utiliza la industria para elaborar los productos, por ello, van a ser sometidos a varios tipos de análisis para garantizar la máxima calidad de los productos.

#### 3.1.1 Análisis organoléptico

Este análisis se realiza cuando se reciben los tomates a la planta. Para realizarlo se coge una parte representativa de los tomates recibidos como muestra y se llevan a analizar al laboratorio.

Los principales parámetros de calidad para tener en cuenta en el análisis organoléptico son:

- Color: el color del tomate maduro tiene que ser rojo intenso y uniforme, sobre todo porque uno de los productos va a ser de categoría gourmet, y es uno de los requisitos que deben cumplir los tomates. Este parámetro se evalúa objetivamente mediante un colorímetro, un equipo que sitúa el color en el espacio gracias a tres coordenadas que representan: L: luminosidad, a: contribución del rojo y b: contribución del amarillo. Los valores normales de calidad son de una relación para a/b de 2,2-2,5, y para L entre 25-28.
- Textura: para determinar la textura del producto, se realiza el Test de Blotter. Se realiza para evaluar la unión entre el suero y la pulpa y para ello se usa un papel de porosidad especial.

### 3.1.2 Análisis físico-químico

Para evaluar la calidad de los tomates recibidos también se realiza un análisis físico-químico, el cual es muy importante para determinar los siguientes parámetros:

- Contenido en sólidos totales y sólidos solubles: se utiliza el contenido en sólidos solubles llamado ° Brix, que es más fácil de determinar, para el cual se utiliza un refractómetro. Este índice es el que más influye en el rendimiento del proceso, ya que el objetivo es conseguir un aumento en la concentración de sólidos solubles. Los valores normales son entre 4,5-5,5 °Brix.
- pH: el pH determina la acidez del tomate y suele estar entre 4,2 y 4,4, lo que asegura la estabilidad microbiológica durante el proceso. Para ello se utiliza un pHmetro.
- Carotenoides y licopeno: en el tomate maduro, el carotenoide que está en mayor proporción es el licopeno, un pigmento vegetal, que aporta el color rojo al tomate. Tiene propiedades antioxidantes y su contenido aumenta con la maduración. Para evaluar el contenido en licopeno, se prepara un extracto realizando una extracción sólido-líquido con hexano y se emplea un equipo de cromatografía líquida. Las variedades con alto contenido en licopeno presentan unas cantidades de alrededor de 200 mg/kg de tomate.
- Acidez total y azúcares reductores: influyen en el sabor del fruto. La acidez se debe a la presencia de ácidos orgánicos en el tomate. El que se encuentra en mayor proporción es el ácido cítrico, y suele estar entre 0,35 y 0,40 g/100 ml de zumo. Su determinación se realiza mediante una valoración ácido-base. En cuanto a los azúcares, la fructosa y la glucosa son los que se encuentran en mayor concentración y se determinan mediante test enzimáticos. Sus valores están entre 2,5-3,0 g/100 ml.
- Residuos: para evaluar la calidad e inocuidad del tomate también se evalúa su contenido en residuos de plaguicidas, toxinas o metales pesados. Para su determinación se utiliza un equipo cromatógrafo de gases, técnicas de absorción atómica y de espectrofotometría por plasma.

### 3.1.3 Análisis microbiológico

De la misma forma que se realizan los anteriores análisis, hay que realizar un análisis microbiológico para garantizar la inocuidad del producto, ya que la seguridad alimentaria es el principal objetivo para entrar en los mercados más exigentes.

El desarrollo microbiano puede producir pérdidas de grandes cantidades de producto, causando pérdidas económicas, así como grandes pérdidas de nutrientes en el producto.

Los microorganismos se pueden controlar por mecanismos de inhibición de su multiplicación, eliminación o por su destrucción completa. Estos métodos dependen de la sensibilidad de los microorganismos al calor o al frío, a sus necesidades de agua, de oxígeno, su sensibilidad a los álcalis, a la radiación o a productos químicos.

### **3.2 Control de calidad de otras materias primas y aditivos**

El resto de las materias primas y aditivos que recibe la empresa son: vinagre, azúcar, sal, hierbas aromáticas y ácido cítrico.

Para tener un buen control se hará un registro cada vez que estas materias primas lleguen a la planta, cumplimentando la siguiente ficha de registro:

Fecha de entrega	Proveedor	Producto recibido	Temperatura	Medio de transporte	Producto transportado anteriormente	Incidencias en el transporte	Responsable de la empresa
-	-	-	-	-	-	-	-

## **4. Control de calidad del proceso**

Los muestreos se van a realizar por cada partida recepcionada en el caso de la recepción de las materias primas y por cada partida elaborada durante el proceso.

### **4.1 Almacenamiento**

El almacenamiento permite un buen control de la respiración y transpiración de los tomates, controlar enfermedades y conservarlos, aplicando unas condiciones específicas de temperatura y humedad en un tiempo determinado. Para ello se empleará una cámara frigorífica donde se aplicará una temperatura de 10°C y una humedad entre 85-95%, y se mantendrán durante un periodo máximo de 1 semana.

### **4.2 Lavado**

El agua utilizada para limpieza y lavado de los tomates deberá cumplir una serie de características estipuladas en el RD 140/2003, realizando los controles necesarios:

- Análisis anual del agua
- Control diario del cloro libre residual
- Control dos veces por semana de las características organolépticas del agua

#### **4.3 Escaldado**

Se va a realizar un control de la temperatura del agua y del tiempo de escaldado dejando un registro de ambos.

#### **4.4 Mezclado**

Durante la operación de mezclado, se deben tomar muestras para analizar la acidez en °Brix así como para garantizar una buena proporción de los ingredientes añadidos y contenido en azúcares.

#### **4.5 Esterilización**

Para la esterilización, se realiza un control de la temperatura del autoclave y del tiempo de esterilización, dejando constancia con un registro de los datos tomados.

#### **4.6 Envasado**

Previamente se realiza un desaireado para conseguir un envasado óptimo del producto final. Se deben ajustar los equipos de envasado para tener un correcto cierre de los envases y que no se dañe el producto.

### **5. Control producto terminado**

#### **5.1 Características organolépticas, fisico-químicas y microbiológicas del producto final**

Los productos se preparan y manipulan en conformidad al Código de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969).

Una vez terminado el proceso productivo, se evalúan primero las características organolépticas del producto, atendiendo al olor, color y sabor característico de los ingredientes que contiene. Para determinar el color se realiza un control visual, si éste tuviera un color amarillento y no rojo intenso estaría defectuoso.

En cuanto al análisis físico-químico se mide el pH, siendo el máximo del tomate triturado gourmet del 4,5 mientras que en el ketchup debe de ser de 3,9.

Microbiológicamente se permite un máximo para el kétchup de bacterias aerobias mesófilas de  $10^4$  colonias/gramo, ausencia de Salmonella/Shigella en 25 gramos, mohos 50 ufc/g, levaduras 30 ufc/g y lactobacillus 50 ufc/g.

Para el tomate triturado gourmet debe haber ausencia de Salmonella/Shigella en 25 gramos.

El envase debe llenarse bien con el producto, que tiene que ocupar un 90% de la capacidad de agua del envase. Los envases que no cumplen los requisitos de llenado se consideran defectuosos. El peso escurrido del producto no debe ser menor del 50%. La aceptación del lote se realiza cuando el número de envases defectuosos no es mayor que el número de aceptación del plan de muestreo con una No Conformidad de 6,5.

Los productos deben etiquetarse de conformidad con la Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados.

## **6. Vida útil y condiciones de conservación**

Los productos elaborados, van a ser almacenados en sus cajas y palés en el almacén de producto terminado, y van a ser expedidos día a día una vez producidos.

Se van a almacenar a temperatura ambiente, es decir, entre 20-23°C, en un lugar fresco y seco, ya que ninguno de los dos productos necesita refrigeración.

El tomate triturado gourmet tiene una vida útil de 5 años, y una vez abierto se debe mantener en refrigeración en recipiente no metálico y consumirlo antes de 48 horas.

El kétchup tiene una vida útil de unos 18 meses desde su fabricación. Una vez abierto se debe conservar en refrigeración durante un tiempo no superior a 30 días.



## **ANEJO 6**

# **ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS DE CONTROL CRÍTICO (APPCC)**

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1.	Descripción del sistema APPCC.....	2
1.1	Definición .....	2
2.	Requisitos previos al sistema APPCC .....	2
2.1	Plan de control del agua .....	2
2.2	Plan de limpieza y desinfección .....	2
2.3	Plan de instalaciones, equipos y utensilios .....	3
2.3.1	Instalaciones .....	3
2.3.2	Equipos y utensilios.....	4
2.4	Plan de formación de manipuladores .....	4
2.5	Plan de control de plagas.....	5
2.6	Plan de control de proveedores.....	5
2.7	Plan de control de trazabilidad .....	5
2.8	Plan de control de residuos .....	6
2.9	Plan de transporte .....	6
3.	Desarrollo del plan APPCC .....	6
3.1	Principios del sistema APPCC.....	6
3.2	Análisis de peligros en cada etapa de elaboración .....	7
3.3	Determinación de los PCC.....	11
3.4	Establecimiento de los límites críticos, medidas correctoras y sistemas de vigilancia para cada PCC.....	16

## **1. Descripción del sistema APPCC**

### **1.1 Definición**

El Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) es un sistema preventivo de gestión de la inocuidad alimentaria de aplicación a toda la cadena alimentaria, desde la producción primaria a la distribución minorista. Se basa en identificar peligros en una industria alimentaria, estimar el riesgo como probabilidad de que se presente el daño y tomar las medidas necesarias para prevenir que se presente el peligro, siendo el peligro cualquier agente que pueda causar daño en el consumidor.

## **2. Requisitos previos al sistema APPCC**

### **2.1 Plan de control del agua**

El agua utilizada en la industria debe de cumplir lo establecido en la normativa vigente, para asegurar la inocuidad de los productos elaborados y evitar problemas de contaminación, sanitarios y tecnológicos.

De acuerdo con el Real Decreto 902/2018, de 20 de julio, por el cual se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, el agua empleada en la industria tanto en el proceso productivo como en actividades de limpieza de superficies y equipos que vayan a estar en contacto con el alimento, debe de ser potable.

Se van a realizar periódicamente controles del agua utilizada en el proceso productivo para comprobar que cumple los parámetros que exige la legislación.

El agua se utiliza para diferentes actividades:

- Limpieza y lavado de los equipos y superficies.
- Operación de lavado en el proceso productivo.
- Uso para la higiene del personal.

### **2.2 Plan de limpieza y desinfección**

Es necesario llevar un control adecuado del proceso de limpieza y desinfección realizado, para asegurar que se lleve a cabo de manera adecuada y con la frecuencia establecida previamente.

Es conveniente considerar diversos factores entre ellos:

- Frecuencia y duración de las actividades: deben de cumplirse estrictamente los tiempos de limpieza y desinfección, ya que un retraso podría producir un aumento de residuos en la superficie lo que facilitaría la proliferación de bacterias y mohos.
- Material de limpieza empleado: el material usado en la limpieza y desinfección tiene que ser adecuado para cada superficie y tiene que asegurar una correcta desinfección.
- Tipo de superficie: es conveniente evitar materiales porosos y elegir aquellos que faciliten una buena limpieza.



-Tipo de suciedad: dependiendo del tipo de residuo sobre el que hay que actuar se debe elegir el material más conveniente.

Para realizar un buen plan de limpieza y desinfección, hay que tener en cuenta el orden a seguir, para evitar la recontaminación de las zonas limpias. También es importante establecer una metodología adecuada, eliminando primero los restos groseros en seco, posteriormente aplicando agua, los detergentes y desinfectantes necesarios y realizando un aclarado final. Algunas superficies requieren un secado posterior para evitar que quede agua a disposición de los microorganismos.

Esta industria utiliza un sistema de limpieza CIP, ya que el producto circula por tuberías y sistemas cerrados que no pueden limpiarse fácilmente. El sistema de limpieza CIP utiliza agua mezclada con detergentes y desinfectantes y la hace pasar de manera automática por las tuberías y equipos.

Los procedimientos de limpieza y desinfección que se lleven a cabo deben de constar por escrito, así como las personas encargadas de su aplicación.

## **2.3 Plan de instalaciones, equipos y utensilios**

Este plan establece que el diseño de la industria, las instalaciones y equipos sean adecuados, de tal forma que no afecten a la salubridad de los productos elaborados, que eviten contaminaciones cruzadas y que se conserven y no se deterioren fácilmente.

### **2.3.1 Instalaciones**

#### **PAREDES:**

Las paredes interiores deben de ser lisas, planas, resistentes al desgaste y a la corrosión, estancas al agua y al aire, fáciles de limpiar, resistentes a los productos de limpieza. Pueden estar recubiertas con una pintura especial alimentaria, preferentemente anti-fúngica.

Las uniones entre paredes o con el techo o el suelo deben ser redondeadas.

#### **COLUMNAS:**

Deben ser siempre redondeadas, lisas y sin espacios inaccesibles a la limpieza.

#### **TECHOS:**

Deben ser de materiales durables, estancos, lisos, lavables, que no contaminen el entorno o los alimentos. Los techos y las instalaciones que van en él (instalaciones eléctricas) deben estar contruidos y mantenidos de forma que se evite toda contaminación. No deben existir grietas, juntas o aberturas que puedan albergar insectos o acumular suciedad. La pintura del techo y la condensación de vapores puede conllevar a la contaminación del producto, por lo que debe de contar con una buena ventilación y evacuación de vahos. No es conveniente que haya falso techo, y si lo hay, debe ser accesible en toda la superficie.

#### **SUELOS:**

Los suelos deben ser de materiales duraderos, estancos, lisos, limpiables, impermeables, resistentes a los choques, a la abrasión, a los productos de limpieza y desinfección y antideslizantes para la seguridad del personal. Es muy recomendable mantener el suelo limpio y en buen estado, sin grietas

ni roturas que puedan alojar insectos o roedores y donde sea necesario, con pendientes adecuadas para facilitar el desagüe.

**DESAGÜES:**

Los desagües son necesarios para evacuar de forma rápida los desechos líquidos. Se instalan en el fondo de las pendientes de los suelos y canalones. Deben estar equipados con rejillas y sumideros que detengan los desechos sólidos y sean fácilmente limpiables. Se recomienda por ello desagües con sifón de fácil inspección y limpieza y con cubeta filtrante interior, de extracción rápida y simple, así como sumideros y rejillas de fácil extracción y limpieza.

**PUERTAS Y VENTANAS:**

Deben mantenerse limpias, en buen estado, con cierres que garanticen un buen ajuste. Las dimensiones de las puertas deben ser adecuadas para evitar que el producto entre en contacto con ellas.

Las puertas de salida al exterior deben abrirse hacia fuera y tener cierre automático. Las puertas que separen áreas de fabricación deben proporcionar un cierre hermético y seguro. El pavimento en las puertas de entrada han de tener una ligera pendiente para evitar la entrada de líquidos.

Las ventanas no deben tener repisas interiores y si las hay, la inclinación mínima es de 45°.

Las aperturas que comuniquen con el exterior deben estar protegidas con mosquiteras.

**ILUMINACIÓN:**

Es esencial una luz intensa y bien distribuida. Los sistemas de iluminación deben estar protegidos ya que en caso de rotura se evita que los cristales caigan al alimento.

**VENTILACIÓN:**

El sistema de ventilación debe tener una buena distribución en todas las zonas. Deben evitarse corrientes de aire de zonas sucias a zonas limpias para evitar la recontaminación.

**2.3.2 Equipos y utensilios**

Los equipos instalados en la industria y los utensilios empleados, tales como equipos de lavado, depósitos de mezclado, tuberías, cintas transportadoras, etc., deben ser de un material adecuado que evite la contaminación del producto. Los equipos y materiales utilizados son de acero inoxidable.

**2.4 Plan de formación de manipuladores**

El objetivo del plan es garantizar que todos los operarios tengan una formación adecuada como manipuladores de alimentos. Los objetivos que busca el plan de formación son los siguientes:

- Que los operarios reciban una formación adecuada en materia de higiene y seguridad alimentaria.
- El manipulador debe conocer y asumir responsabilidades.
- El manipulador debe conocer el sistema APPCC de la empresa.
- Llevar a cabo buenas prácticas de higiene en la empresa, así como de higiene personal.
- Que el manipulador sepa realizar las labores de limpieza y desinfección adecuadamente.

## **2.5 Plan de control de plagas**

La presencia de insectos y roedores puede darse con cierta frecuencia si no se llevan a cabo las medidas de higiene y limpieza adecuadas en la industria. Éste es un problema inadmisibles, puesto que está en juego la higiene alimentaria y la salud del consumidor. Por ello, es necesario impedir su acceso o, en caso de su entrada al edificio, eliminarlos. La medida más económica es impedir su entrada al establecimiento. Para esto es conveniente comprobar si hay grietas, agujeros o accesos a través de ventanas o puertas y corregirlo de inmediato.

## **2.6 Plan de control de proveedores**

El objetivo de este plan es el control de las materias primas, aditivos, materias auxiliares, productos de limpieza y desinfección, etc., los cuales deben cumplir unas características higiénico-sanitarias determinadas, ya que una materia prima en mal estado puede perjudicar toda la cadena de producción.

Los proveedores han de tener una serie de especificaciones sanitarias que deben cumplir:

- Cada materia prima ha de cumplir con su normativa legal.
- Cada materia prima tiene un riesgo diferente, dependiendo de si es perecedera o no, las condiciones que necesita para su almacenamiento, su composición, etc.
- La recepción de las materias primas y auxiliares debe darse en unas condiciones determinadas. Debe quedar registrado el medio de transporte empleado, tratamientos anteriores o posibles manipulaciones.

## **2.7 Plan de control de trazabilidad**

El sistema APPCC, requiere un procedimiento de trazabilidad como prerrequisito para garantizar su buen funcionamiento.

Gracias a la trazabilidad es posible identificar cualquier producto dentro de la empresa, desde la adquisición de las materias primas, a lo largo de las actividades de producción, transformación y/o distribución, hasta el momento en que el operador realice su entrega al siguiente eslabón de la cadena.

El sistema de trazabilidad de la empresa requiere procedimientos documentados para identificar todos los productos. Para ello, se utilizan sistemas identificativos como etiquetas o códigos de barras para facilitar la localización del producto. Cada partida se va a organizar en lotes, y cada uno de ellos va a ir identificado correctamente.

El sistema de trazabilidad consigue aumentar la seguridad sanitaria y los beneficios económicos, asegurar la calidad y la certificación del producto y hace más fácil la localización, inmovilización o retirada de los alimentos ante un problema. También permite tomar decisiones sobre el destino de productos afectados, demostrar el origen de un problema para depurar responsabilidades, tomar acciones para prevenir su repetición, dando una imagen de seguridad y calidad de los productos elaborados en la industria.

En caso de un problema de seguridad o incidente es necesario llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- Informar a las Autoridades Competentes.

- Facilitar la información pertinente para su trazabilidad.
- Tomar medidas para prevenir, reducir o eliminar un riesgo.
- Proceder a la retirada de los productos.
- Informar a las empresas con las que haya intercambiado ese producto.

Para facilitar el flujo de información del producto se establecen una serie de medidas:

- Indicar por medio del producto o de su embalaje la identidad y datos del productor y la referencia del producto o del lote de productos al que pertenezca.
- Realizar pruebas por muestreo de los productos, el estudio y registro de las reclamaciones presentadas y la información del productor a los distribuidores sobre el seguimiento de los productos.
- La documentación ha de mantenerse durante 3 años como margen de seguridad.

## **2.8 Plan de control de residuos**

Los residuos son los elementos resultantes del proceso productivo que suponen una fuente de contaminación por lo que es necesario eliminarlos. Depende el tipo de residuo generado se lleva a cabo una gestión diferente. No conviene situar los contenedores de residuos cerca de la entrada de materias primas o salida del producto para evitar el cruce entre ambos.

## **2.9 Plan de transporte**

Es importante que se realice un buen transporte de la materia prima que llega a la industria, así como del producto terminado que se distribuye a los diferentes clientes. Las condiciones higiénico-sanitarias deben de ser óptimas para su transporte.

Para el transporte de los tomates no se necesitan condiciones muy estrictas, por lo que se va a realizar en camiones de mediano tamaño donde los tomates van introducidos en cajas una vez son recolectados. La temperatura requerida para el transporte es a temperatura ambiente, y el trayecto debe ser lo más corto posible, sin sufrir retrasos que puedan alterar la calidad de los tomates.

En cuanto al resto de materias primas y aditivos no requieren condiciones concretas de transporte ya que son materias inertes no perecederas.

El transporte del producto final también se va a realizar en camiones a temperatura ambiente y ya que los productos no necesitan refrigeración ni condiciones especiales de conservación.

## **3. Desarrollo del plan APPCC**

### **3.1 Principios del sistema APPCC**

Este sistema se basa en varios principios establecidos por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y la OMS (Organización Mundial de la Salud):

- Principio 1: Realizar un análisis de peligros
- Principio 2: Determinar los puntos de control crítico
- Principio 3: Establecer límites críticos
- Principio 4: Establecer un sistema de vigilancia
- Principio 5: Establecer medidas correctoras

Principio 6: Establecer procedimientos de verificación

Principio 7: Establecer un sistema de documentación y registro

### **3.2 Análisis de peligros en cada etapa de elaboración**

En este apartado se analiza cada etapa del proceso, los peligros que puede tener cada una, así como las posibles soluciones para eliminar o reducir esos peligros.

#### **3.2.1 Etapas comunes**

➤ **Etapas 1: Recepción de la materia prima y materias auxiliares**

En esta etapa se recibe la materia prima que se va a utilizar en la elaboración de los productos y el material utilizado en su envasado. El control de esta etapa es importante ya que se asume la responsabilidad de todas las personas que han intervenido en su manipulación anteriormente.

**Peligros:**

- Microbiológicos: por contaminación microbiana
- Físicos: por presencia de cuerpos extraños, materia prima o auxiliar deteriorada o por rotura de envases
- Químicos: por restos de residuos fitosanitarios en la materia prima o por migraciones de compuestos tóxicos del envase al alimento

**Medidas de control:** para un buen control de la materia prima y auxiliar que entra en la industria, se llevan a cabo una serie de medidas de control.

- Control de proveedores: deben cumplir las exigencias de la empresa
- Especificaciones de las materias primas
- Análisis de las materias primas
- Condiciones de transporte
- Cumplimiento de la normativa sobre materiales aptos para estar en contacto con alimentos

➤ **Etapas 2: Almacenamiento**

En esta etapa se almacena la materia prima en cámaras frigoríficas o en almacenes bien ventilados a una temperatura adecuada. Se debe hacer un buen control de esta etapa para que la materia prima se conserve en perfecto estado.

**Peligros:**

- Microbiológicos: una temperatura inadecuada puede causar problemas de proliferación de mohos o crecimiento microbiano.

**Medidas de control:** control de la temperatura y buenas prácticas de manipulación.

➤ **Etapas 3: Lavado**

El objetivo de esta etapa es reducir la carga microbiana y los residuos sólidos adheridos a la superficie de los tomates.

Peligros:

-Microbiológicos: un mal lavado que no elimine suficiente carga microbiana puede causar problemas por contaminación microbiana

Medidas correctoras: es importante realizar un buen mantenimiento y calibrado de los equipos de lavado.

➤ Etapas 4: Selección

El objetivo de esta etapa es la retirada de los tomates defectuosos, pero también restos vegetales o cuerpos extraños que no pueden entrar al proceso productivo. La selección es automática.

Peligros:

-Físicos: si no se realiza una buena selección pueden pasar al proceso productivo tomates deteriorados o cuerpos extraños como piedras, hojas... que perjudiquen los equipos posteriores o estropeen el producto elaborado.

Medidas correctoras: realizar un buen calibrado y mantenimiento del equipo de selección periódicamente.

➤ Etapas 5: Triturado

Esta etapa consiste en obtener la pulpa de tomate, mezclada con la piel y las pepitas.

Peligros: No hay peligros

➤ Etapas 6: Escaldado

El objetivo del escaldado es la inactivación de la actividad enzimática, sobre todo de las pectinasas, y obtener la pectina. También consigue la reducción de la carga microbiana.

Peligros:

-Microbiológicos: si no se realiza de forma adecuada puede dar problemas de alteración por microorganismos o disminución de la consistencia y viscosidad del producto.

Medidas correctoras: realizar un buen mantenimiento y calibrado del escaldador de vapor. Comprobar periódicamente que la temperatura alcanzada es de 95°C y que el tiempo de funcionamiento es el necesario.

➤ Etapas 7: Enfriamiento

Esta etapa es muy importante ya que sirve para evitar la proliferación de microorganismos termófilos resistentes a la temperatura.

Peligros:

-Microbiológicos: proliferación de microorganismos termófilos

Medidas correctoras: control de la temperatura de enfriamiento y buen mantenimiento de la ventilación.

➤ Etapa 8: Tamizado

Esta etapa es importante para obtener un producto final de buena calidad, ya que elimina los restos de pepitas y pieles dejando pasar solamente la pulpa.

Peligros:

-Físicos: si no se controla puede dejar pasar restos de pieles y pepitas que disminuyan la calidad del producto final, convirtiéndolo en no apto para el consumo

Medidas correctoras: buen mantenimiento y limpieza del equipo.

➤ Etapa 9: Desaireado

Esta etapa es importante porque en ella se elimina el oxígeno y los gases que tiene el alimento. Ayuda a evitar la eliminación de aromas, mantiene el calor y evita reacciones de oxidación.

Peligros:

-Químicos: oxidación del producto por la presencia de oxígeno y gases

Medidas correctoras: buen mantenimiento del equipo.

### **3.2.2 Etapas del proceso para tomate triturado gourmet**

➤ Etapa 1: Mezclado

Esta etapa consiste en mezclar la pulpa de tomate obtenida previamente con el ácido cítrico.

Peligros:

-Físicos: introducción de materias extrañas a los depósitos de mezclado o exceso en la dosis aplicada

Medidas correctoras: control de los aditivos introducidos, registro de la cantidad introducida.

➤ Etapa 2: Envasado

El envasado es una etapa muy importante ya que protege el producto de cualquier alteración nutritiva, microbiológica y organoléptica.

Peligros:

-Microbiológicos: el cierre defectuoso puede producir contaminación microbiana

-Físicos: si no se cierra correctamente se pueden introducir partículas extrañas.

Medidas de control: buen mantenimiento del equipo, control exhaustivo de los envases y el cierre hermético.

➤ Etapa 3: Esterilización

La esterilización es muy importante ya que su objetivo es destruir todas las bacterias y esporas sin deteriorar el producto.

Peligros:

-Microbiológicos: proliferación de esporas y bacterias

Medidas de control: controlar que la temperatura y el tiempo sean adecuados y no inferiores ni superiores a lo establecido.

➤ Etapa 4: Etiquetado

Esta etapa no presenta ningún peligro.

### 3.2.3 Etapas del proceso para ketchup

➤ Etapa 1: Mezclado

Esta etapa consiste en realizar la mezcla de la pulpa de tomate con los ingredientes y aditivos necesarios.

Peligros:

-Físicos: introducción de materias extrañas a los depósitos de mezclado o exceso en la dosis aplicada

Medidas de control: control de los aditivos introducidos, registro de la cantidad introducida.

➤ Etapa 2: Esterilización

Esta etapa es importante para evitar el desarrollo de microorganismos. Aunque el ketchup es un alimento con un pH bajo, es importante controlar la temperatura y el tiempo.

Peligros:

-Microbiológicos: proliferación de microorganismos alterantes.

Medidas correctoras: control de la temperatura y el tiempo de esterilización, buen mantenimiento del equipo.

➤ Etapa 3: Enfriamiento

Etapa importante para poder realizar el envasado del producto y que no afecte al envase.

Peligros:

-Físicos: cierre defectuoso del envase, deformación del envase

Medidas correctoras: cumplimiento del tiempo necesario para el enfriamiento del producto.

➤ Etapa 4: Envasado y etiquetado



El envasado es una etapa muy importante ya que protege el producto de cualquier alteración nutritiva, microbiológica y organoléptica.

Peligros:

- Microbiológicos: el cierre defectuoso puede producir contaminación microbiana
- Físicos: si no se cierra correctamente se pueden introducir partículas extrañas.

Medidas de control: buen mantenimiento del equipo, control exhaustivo de los envases y el cierre hermético.

### **3.3 Determinación de los PCC**

Para determinar si una etapa es un Punto de Control Crítico se utiliza un árbol de decisiones, establecido por el Codex Alimentarius. El árbol de decisiones utilizado es el siguiente:

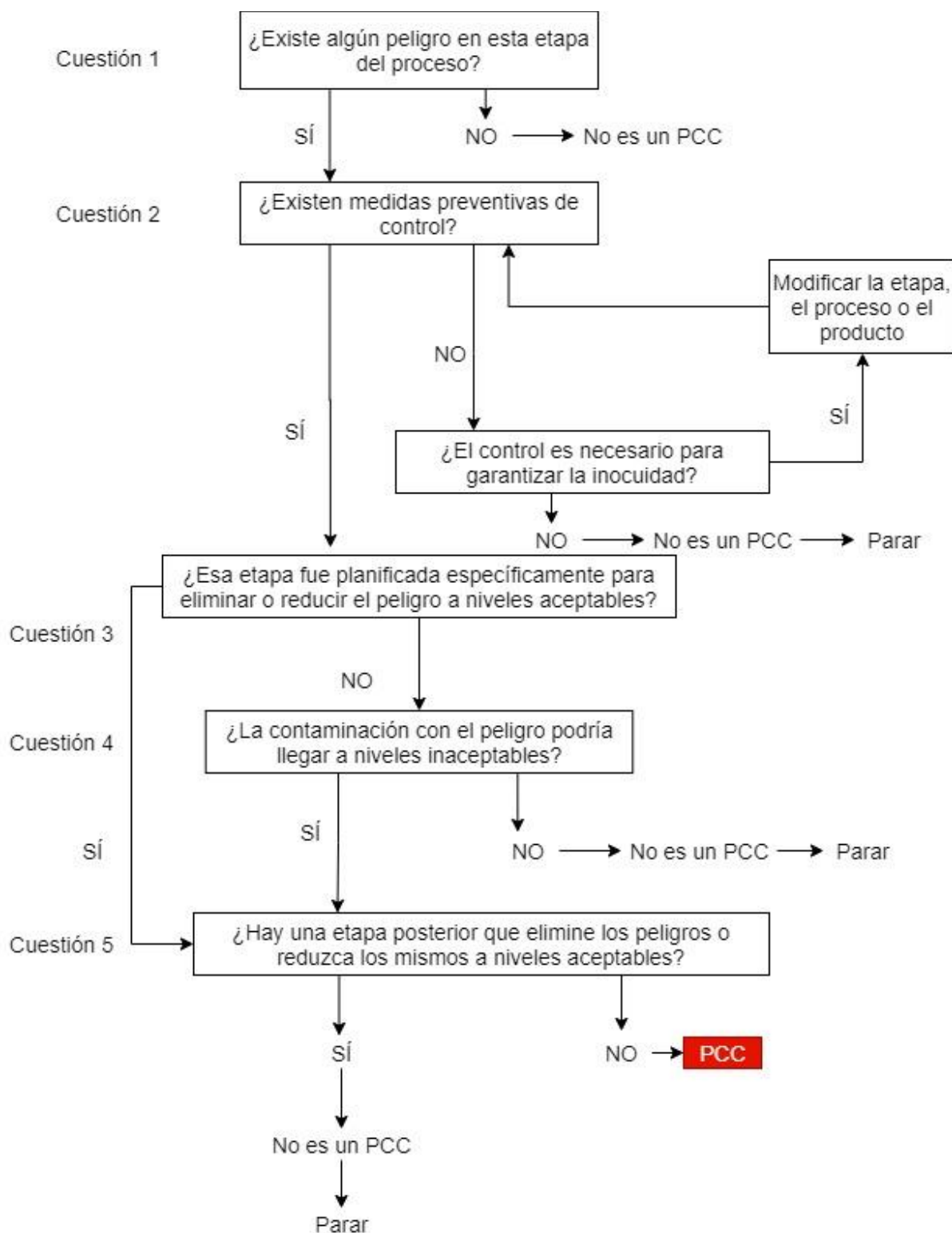


Diagrama 1: Árbol de decisiones. Determinación de los PCC.

ETAPA	PELIGROS	P1	P2	P3	P4	P5	¿PC/PCC?
Recepción materia prima y materias auxiliares	Contaminación microbiana	Sí	Sí	No	Sí	Sí	PC
	Presencia de cuerpos extraños	Sí	Sí	No	Sí	Sí	
	Residuos fitosanitarios, migraciones del envase al alimento	Sí	Sí	No	Sí	Sí	
Almacenamiento	Proliferación de mohos, crecimiento microbiano	Sí	Sí	No	Sí	Sí	-
Lavado	Contaminación microbiana	Sí	Sí	Sí	-	Sí	PC
Selección	Cuerpos extraños, tomates deteriorados	Sí	Sí	Sí	-	Sí	PC
Triturado	No hay	No	-	-	-	-	-
Escaldado	Alteración por microorganismos	Sí	Sí	Sí	-	Sí	PC
Enfriamiento	Aparición de microorganismos termófilos	Sí	Sí	Sí	-	Sí	PC
Tamizado	Aparición de restos indeseables para el consumidor	Sí	Sí	Sí	-	Sí	-
Desaireado	Oxidación del producto, enranciamiento, alteración de pH	Sí	Sí	No	Sí	Sí	-

**Tabla 1: Etapas y peligros. Operaciones comunes.**

ETAPA	PELIGROS	P1	P2	P3	P4	P5	¿PC/PCC?
Mezclado	Introducción de cuerpos extraños	Sí	Sí	No	Sí	Sí	-
Envasado	Contaminación microbiana por cierre defectuoso	Sí	Sí	Sí	Sí	No	PCC

	Introducción de cuerpos extraños	Sí	Sí	Sí	Sí	No	
Esterilización	Proliferación de bacterias y esporas	Sí	Sí	Sí	Sí	No	PCC
Etiquetado	No hay peligros	No	-	-	-	-	-

**Tabla 2: Etapas y peligros. Línea de tomate triturado gourmet.**

ETAPA	PELIGROS	P1	P2	P3	P4	P5	¿PC/PCC?
Mezclado	Introducción de cuerpos extraños	Sí	Sí	No	Sí	Sí	-
Esterilización	Proliferación de microorganismos alterantes	Sí	Sí	Sí	Sí	No	PCC
Enfriamiento	Cierre defectuoso del envase y deformación	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	PC
Envasado y etiquetado	Contaminación microbiana	Sí	Sí	Sí	Sí	No	PCC
	Introducción de cuerpos extraños	Sí	Sí	Sí	Sí	No	

**Tabla 3: Etapas y peligros. Línea de ketchup.**

Diagrama simplificado con los PC Y PCC:

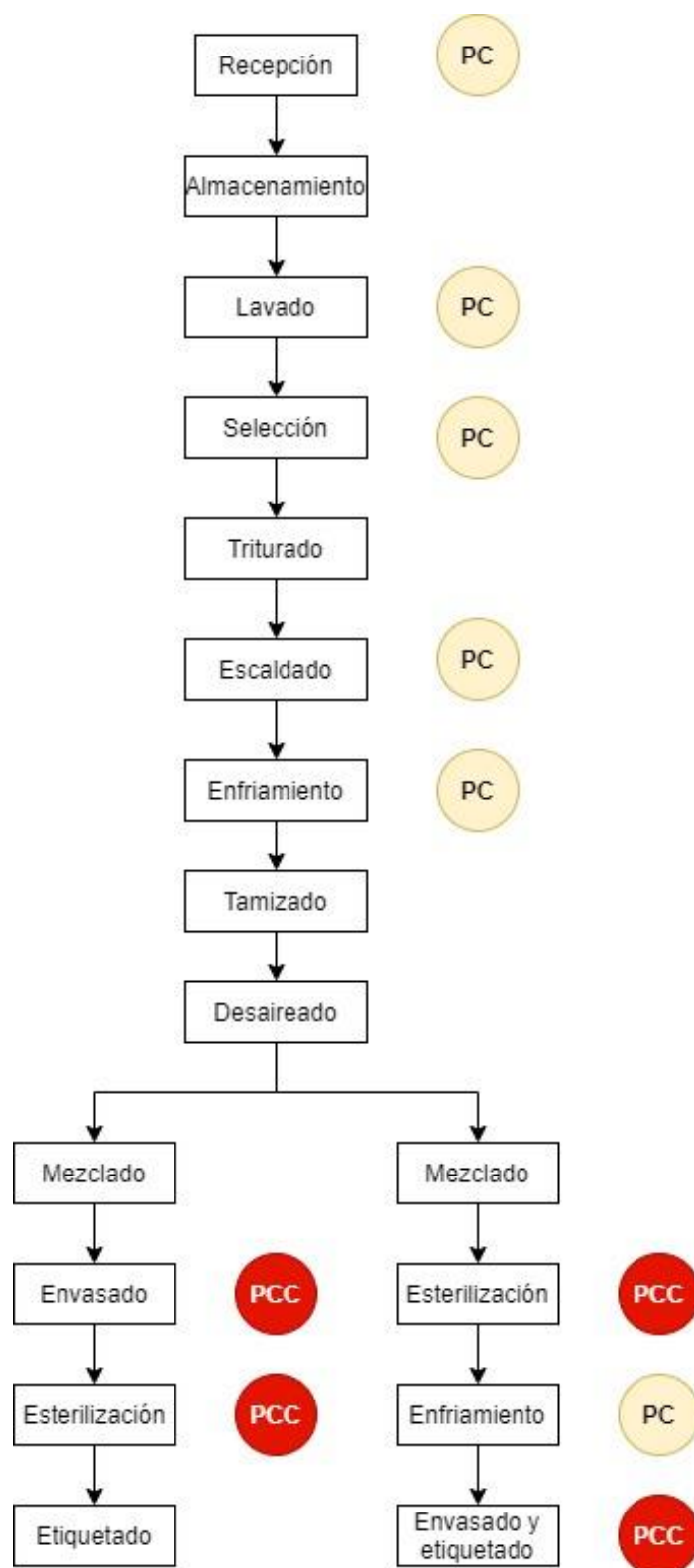


Diagrama 2: Diagrama de PC y PCC.

### **3.4 Establecimiento de los límites críticos, medidas correctoras y sistemas de vigilancia para cada PCC**

#### Etapas de envasado

Límites críticos: el envase debe cerrar herméticamente, sin que haya ninguna salida o entrada de aire.

Sistema de vigilancia: realizar controles periódicos aleatorios para comprobar la hermeticidad de los envases y comprobar que el envase no desprenda sustancias tóxicas hacia el alimento.

Medidas correctoras: rechazo de los envases defectuosos, llevar un control documentado de las comprobaciones que se hacen en los envases, indicando la persona encargada de realizarlo, así como un registro de incidencias.

#### Etapas de esterilización

Límites críticos: cumplir estrictamente la temperatura de esterilización y el tiempo necesario establecidos previamente. No superar los 120°C.

Sistema de vigilancia: controlar el tiempo de esterilización cada 15 minutos y realizar el mantenimiento correspondiente al equipo.

Medidas correctoras: reajustar la temperatura y tiempo de esterilización. Llevar un control documentado del mantenimiento y de las comprobaciones del tiempo y la temperatura de esterilización. Indicar la persona responsable de realizar dicho control y registrar las incidencias.



## **ANEJO 7 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1.	Distribución de la planta .....	2
2.	Dimensionado de la planta y de las diferentes zonas .....	2
2.1	Recepción y cámara frigorífica .....	2
2.2	Zona de lavado .....	3
2.4	Zona de proceso .....	3
2.5	Zona de envasado y expedición .....	4
2.6	Almacén de envases y embalajes .....	4
2.7	Almacén de producto terminado .....	4
2.8	Muelle de expedición .....	4
2.9	Recepción y almacén de ingredientes y aditivos .....	4
2.10	Sala de limpieza CIP .....	5
2.11	Sala de calderas .....	5
2.12	Laboratorio .....	6
2.13	Aseos y vestuarios .....	6
2.14	Zona social .....	6
2.15	Pasillos 6	



## 1. Distribución de la planta

La distribución en planta es el fundamento de la industria, ya que determina la eficiencia de la empresa. Implica la distribución o disposición de equipos y áreas de trabajo, respetando los principios de la seguridad alimentaria.

Se basa en el ordenamiento óptimo de las actividades de la industria, que incluyen personal, equipos, almacenes, sistemas de manutención de materiales o servicios necesarios en la industria.

El orden de los diferentes espacios se centra en la distribución de las zonas de trabajo y de los equipos más económica, de forma que se lleve a cabo el trabajo de una forma segura y eficiente.

En la distribución de la planta se tienen en cuenta una serie de objetivos importantes:

- Máxima simplicidad del proceso productivo
- Mínimos costes de manejo de materiales
- Disminución del trabajo en curso
- Utilización efectiva del espacio
- Seguridad en el trabajo
- Evitar inversiones innecesarias

## 2. Dimensionado de la planta y de las diferentes zonas

La industria tiene unas dimensiones de 70 x 25 m, con una superficie total de 1750 m<sup>2</sup>.

El patio exterior donde se sitúa la industria tiene una superficie 5500 m<sup>2</sup>. La superficie está destinada a la circulación y maniobras de los camiones, así como para alojar el contenedor de residuos.

En él se encuentra la báscula para camiones, que tiene una superficie de 45 m<sup>2</sup> y el contenedor de residuos, con una superficie de 12 m<sup>2</sup>.

Para su dimensionamiento se han tenido en cuenta principios básicos de la distribución en planta, como el principio de la mínima distancia recorrida y el de circulación o flujo de materiales, y se ha distribuido en diferentes zonas.

### 2.1 Recepción y cámara frigorífica

En esta zona se realiza la recepción de los tomates y se toma una pequeña muestra representativa para realizar los controles de calidad. Tiene una superficie de 16,92 m<sup>2</sup>.

Al lado se encuentra la cámara frigorífica, que está destinada a almacenar los tomates que se reciben en la planta y tiene una superficie de 49,15 m<sup>2</sup>. En ella los tomates se almacenan en contenedores Big Box con unas dimensiones de 1.200 x 800 x 151 mm, y una capacidad de 1.300 litros.

Para el dimensionamiento del almacén se ha calculado la cantidad de Big Box necesarios en el periodo que más cantidad de tomates se reciben, es decir en campaña, obteniendo un total de 30 Big Box almacenados al día, que colocándolos en dos alturas ocupan una superficie de 14,4 m<sup>2</sup>. El espacio libre está destinado a la circulación de carretillas.



Ilustración 1: Big Box 1200 x 800 x 151

## 2.2 Zona de lavado

La zona de lavado está separada del resto del proceso ya que es una zona sucia, donde se emplea gran cantidad de agua.

Ocupa una superficie de 49 m<sup>2</sup> y en ella se sitúa 1 equipo de lavado por aspersión e inmersión.

Equipo	Dimensiones (m)	Superficie ocupada (m <sup>2</sup> )
Lavadora por aspersión e inmersión x 2	2,23 x 1,02 x 1,73	4,54

Tabla 1: Superficie ocupada en la zona de lavado.

## 2.4 Zona de proceso

Esta zona ocupa una superficie de 425,17 m<sup>2</sup>, y en ella se encuentran la mayor parte de los equipos utilizados en el proceso productivo.

La superficie libre está destinada para el tránsito del personal que se ocupa de esos puestos, el mantenimiento y la circulación de carretillas que acceden a los depósitos de mezclado.

Equipo	Dimensiones (m)	Superficie ocupada (m <sup>2</sup> )
Cinta de selección óptica	3,12 x 1,85 x 1,75	5,77
Trituradora	0,6 x 0,5 x 0,85	0,3
Escaldador	11,5 x 3,2 x 2,8	36,8
Tamiz	1,5 x 0,6 x 1,5	0,9
Desaireador	1 x 0,8 x 1,5	0,8
Depósitos de mezclado X 8	1 x 1 x 2,37	8
Esterilizador	2,85 x 1,55 x 1,9	4,41

Depósito estéril	1 x 1 x 2,5	1
<b>TOTAL</b>	<b>57,98</b>	

**Tabla 2: Superficie ocupada en la zona de proceso.**

## 2.5 Zona de envasado y expedición

Esta zona ocupa una superficie de 305,52 m<sup>2</sup> y en ella se encuentran los equipos de envasado, dos autoclaves, las etiquetadoras y la encajadora-paletizadora.

Equipo	Dimensiones (m)	Superficie ocupada (m <sup>2</sup> )
Envasadora aséptica	2,1 x 1,8 x 1,6	3,78
Envasadora de latas	2 x 0,65 x 1,5	1,3
Autoclave x 2	5 x 1,5 x 1,5	15
Etiquetadora de latas	3,5 x 2 x 1,5	7
Etiquetadora de botes	3,5 x 2 x 1,5	7
Encajadora-paletizadora	8 x 2,3 x 2	18,4
<b>TOTAL</b>	<b>52,48</b>	

**Tabla 3: Superficie ocupada zona de envasado y expedición.**

## 2.6 Almacén de envases y embalajes

Este almacén tiene una superficie de 44,58 m<sup>2</sup> y se emplea para almacenar las materias auxiliares empleadas en el envasado, etiquetado y encajado del producto. A él se puede acceder a través de la zona de envasado o por el muelle de expedición.

## 2.7 Almacén de producto terminado

En él se almacenan los palés con el producto terminado. Tiene una superficie de 105,37 m<sup>2</sup>. Cada día hay almacenados como máximo 54 palés a la vez, ya que su expedición se realiza cada día de la semana y dos veces al día. Por lo tanto, la superficie ocupada es de 51,84 m<sup>2</sup>.

## 2.8 Muelle de expedición

Tiene una superficie de 38,10 m<sup>2</sup> y da acceso al almacén de producto terminado, al almacén de envases y embalajes y al exterior.

## 2.9 Recepción y almacén de ingredientes y aditivos

Hay una pequeña zona para la recepción de los ingredientes y aditivos con una superficie de 14 m<sup>2</sup>, donde se comprueba que cada materia prima recibida es correcta y está en perfectas condiciones para que pueda ser almacenada.

Este almacén tiene una superficie de 81,13 m<sup>2</sup> y está situado de forma que está próximo a la zona de proceso donde se introducen los ingredientes y aditivos. Por él circulan carretillas, por

lo que se ha dejado espacio libre para éstas, y a su vez tiene acceso a un pasillo ancho que conecta directamente con los depósitos de mezclado.

Estas materias primas se reciben en sacos, Big Bags y bidones que se almacenan ordenados por tipo de ingredientes y orden de llegada.

En la tabla siguiente se recoge el tipo de ingrediente, la forma en la que se recibe y el número almacenado por semana.

Ingredientes	Forma de envasado	Dimensiones (m)	Nº/semana	Superficie ocupada (m <sup>2</sup> )
Vinagre	Bidones (25 litros)	0,23 x 0,30 x 0,45	158	10,9
Azúcar	Big bags (1000 kg)	0,9 x 0,9 x 1,10	13	10,53
Sal	Sacos (25 kg)	0,6 x 0,35 x 0,2	33	6,93
Hierbas aromáticas	Sacos (25 kg)	0,6 x 0,35 x 0,2	17	3,57
Ácido cítrico	Sacos (15 kg)	0,4 x 0,25 x 0,2	3	0,30
<b>TOTAL</b>				<b>32,23</b>

Tabla 4: Forma de envasado y superficie ocupada de los ingredientes y aditivos.

## 2.10 Sala de limpieza CIP

Esta sala está destinada a guardar el equipo de limpieza CIP.

El equipo tiene unas dimensiones de 1,8 metros de largo, 1,25 metros de ancho y 2,10 metros de alto. Esta sala ocupa una superficie de 16 m<sup>2</sup>.

## 2.11 Sala de calderas

Esta sala tiene una superficie de 20 m<sup>2</sup>, y en ella se encuentra la caldera de biomasa. Esta sala debe cumplir lo establecido en la norma UNE 60601:

- Las puertas de acceso deben tener al menos 0,8 m de ancho por 2 m de alto.
- Las puertas deben estar provistas de cerradura con fácil apertura desde el interior, para evitar que queden personas atrapadas dentro.
- En el exterior de la puerta se colocará un cartel donde ponga: sala de máquinas. Prohibida la entrada a toda persona ajena al servicio.
- Toda toma de ventilación debe comunicar con el exterior de forma directa o a través de conductos.
- Los cerramientos de la sala no pueden permitir filtraciones de humedad.

- La sala tiene que disponer de un sistema de desagüe por gravedad o por bombeo si fuera necesario.
- El interruptor general debe estar situado en las proximidades de la puerta principal de entrada.
- Se requiere una iluminancia mínima de 200 lux, con una uniformidad media de 0,5.
- Deben dejarse los pasos y accesos libres entre la maquinaria y los elementos que delimitan la sala para permitir el movimiento de equipos.

## 2.12 Laboratorio

En el laboratorio se encuentran los equipos empleados en realizar los análisis de control de calidad de las materias primas. Ocupa una superficie de 54,14 m<sup>2</sup>.

## 2.13 Aseos y vestuarios

La industria consta de dos vestuarios para los operarios, masculino y femenino. Cada vestuario ocupa una superficie de 56,40 m<sup>2</sup>. A ellos se accede desde el exterior y están separados por un pasillo de 20,52 m<sup>2</sup>, que los conecta al pasillo central.

Cada vestuario consta de dos duchas, dos lavabos, dos inodoros además de dos urinarios en el vestuario masculino.

## 2.14 Zona social

La zona social está formada por diferentes espacios: el comedor y un aseo para los operarios, comunicados por un pasillo al pasillo central; y la recepción, las oficinas, la sala de reuniones y un aseo, comunicados entre sí por un pasillo.

Espacio	Superficie ocupada (m <sup>2</sup> )
Comedor	19
Aseos operarios	15
Recepción	29,34
Oficinas	26,46
Sala de reuniones	18,36
Aseos oficinas	14,79

Tabla 5: Espacios zona social y superficie.

## 2.15 Pasillos

La industria consta de cuatro pasillos, siendo el pasillo central el que conecta todas las zonas entre sí.

-Pasillo central (pasillo A): tiene una superficie de 161,30 m<sup>2</sup>. Este pasillo permite la comunicación entre las distintas zonas de forma que sean fácilmente accesibles desde todos los puntos de la industria.

-Pasillo oficinas (pasillo B): tiene una superficie de  $20,30 \text{ m}^2$ . Este pasillo conecta las oficinas, la sala de reuniones y el aseo con el pasillo central, y están separados por una puerta.

-Pasillo operarios (pasillo C): tiene una superficie de  $12,67 \text{ m}^2$ . Este pasillo da acceso al comedor y al aseo.

-Pasillo zona de vestuarios (pasillo D): tiene una superficie de  $20,52 \text{ m}^2$ . Por este pasillo entran los operarios a planta.



# ANEJO 8 OBRA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

## ÍNDICE

1.	Introducción y bases de cálculo .....	3
1.1	Situación geográfica .....	3
1.2	Dimensiones .....	3
1.3	Materiales de cerramiento y cubierta.....	3
2.	Cálculo de acciones .....	4
3.	Cálculo de correas de cubierta .....	9
3.1	Modelo resistente de las correas .....	10
3.2	Modelo resistente de las correas .....	10
3.3	Acciones sobre las correas .....	10
3.4	Combinaciones de acciones .....	11
3.4	Dimensionamiento a resistencia .....	12
4.	Cálculo de correas laterales de fachada.....	13
4.1	Acciones sobre las correas .....	14
4.2	Cálculo de correas en el muro piñón .....	15
	Cálculo del pórtico.....	18
5.	18	
5.1	Cargas aplicables a los dinteles .....	18
5.2	Cargas aplicables a los pilares .....	18
5.3	Combinaciones de acciones .....	18
5.4	Cálculo de dinteles .....	35
5.5	Cálculo de pilares .....	39
5.6	Comprobación desplomes y flechas.....	43
5.7	Solicitaciones en cada barra para cada combinación .....	44
6.	Cálculo de pilares intermedios .....	53
7.	Cálculo de la cimentación .....	56
7.1	Cimentación para pilares extremos .....	56
7.1.1	Modelo resistente .....	57
7.1.2	Armado.....	58
7.1.4	Anclaje de la armadura .....	62
7.2	Cimentación para pilares intermedios .....	63
7.2.1	Modelo resistente .....	63
7.2.2	Armado.....	64
7.6	Anclaje de la armadura .....	67
8.	Cálculo de la placa de anclaje.....	68



8.1 Comprobación a ruptura del hormigón de la zapata .....	68
8.2 Comprobación a tracción de los pernos.....	69
8.3 Longitud de los pernos .....	69
8.4 Comprobación a cortante .....	70
8.4 Espesor de la placa .....	70
9 Medición.....	71
9.2 Peso total de acero en la nave .....	71
9.3 Peso del acero empleado por m <sup>2</sup> de superficie .....	71
9.4 Volumen total a utilizar en las zapatas de cimentación.....	71
9.5 Peso total de acero a utilizar en las zapatas de cimentación.....	71

## 1. Introducción y bases de cálculo

El objetivo de este anejo es el cálculo de la estructura de la nave agroindustrial a dos aguas objeto del presente proyecto.

El modelo resistente del pórtico es un pórtico biempotrado de nudos rígidos.

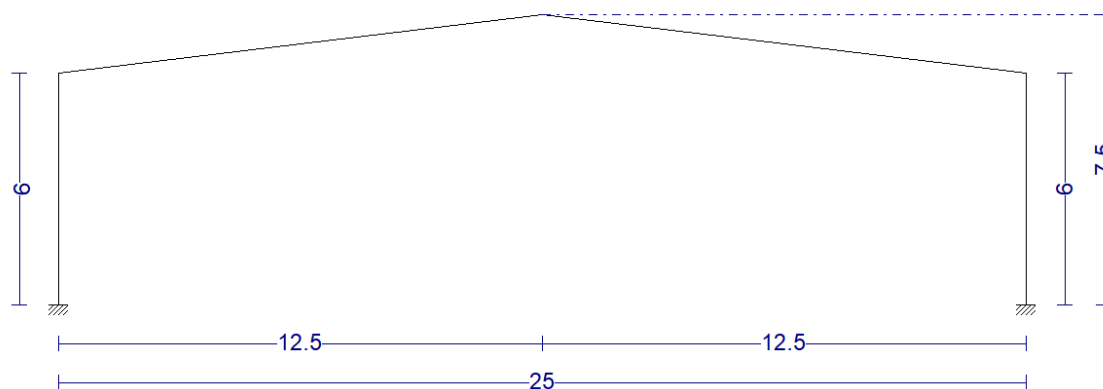
Para determinar las características mecánicas del acero, se ha utilizado la normativa DB-SE-A del acero estructural y DB-SE-AE para las acciones, así como el EHE Instrucción del hormigón estructural.

### 1.1 Situación geográfica

La nave se encuentra en Viana, en el Polígono Industrial La Alberguería, a una altitud de 478 metros sobre el nivel del mar.

### 1.2 Dimensiones

- Luz del pórtico: 25 m
- Longitud: 70 m
- Altura del pilar: 6 m
- Altura a cumbrera: 7,5 m
- Pendiente cubierta: 6,84 °
- Distancia entre correas de cubierta: 2,09
- Distancia entre pórticos: 5 m
- Número de pórticos: 15



### 1.3 Materiales de cerramiento y cubierta

Para el cerramiento en cubierta se va a utilizar chapa metálica galvanizada.

Para el cerramiento lateral se utilizan paneles tipo sándwich, con exterior metálico e interior de espuma de poliuretano.

Se va a colocar un falso techo de yeso laminado de 12,5 mm de espesor.

## 2. Cálculo de acciones

Para el cálculo de las acciones se utiliza el Documento Básico CTE DB SE-AE: “Seguridad estructural. Acciones en la edificación”.

### 1. Acciones permanentes

Peso propio:

- Cubierta de acero galvanizado con chapa ondulada de 0,8 mm de espesor:  $7 \text{ kg/m}^2$
- Correas de cubierta:  $10 \text{ kg/m}^2$
- Cerramiento de las fachadas con panel sándwich:  $12 \text{ kg/m}^2$
- Falso techo:  $6 \text{ kg/m}^2$

### 2. Acciones variables

- Sobrecarga de uso: cubiertas accesibles únicamente para conservación. Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado):  $4 \text{ kN/m}^2$ .
- Sobrecarga de nieve:  $q_n = \mu \times s_k$

La industria se sitúa en Viana, que se encuentra a una altitud de 478 m sobre el nivel del mar. Según la figura E.2: Zonas climáticas de invierno, del CTE DB SE-AE, Viana se encuentra en la zona 2. Interpolando los datos de la tabla E.2 de la normativa mencionada anteriormente, se obtiene la sobrecarga de nieve de la industria:

Altitud: x

$$X_1 = 400 \text{ m} \quad y_1 = 0,6$$

$$X_2 = 478 \text{ m} \quad y_2 = \text{sobrecarga de nieve en Viana}$$

$$X_3 = 500 \text{ m} \quad y_3 = 0,7$$

$$S_k = 0,678 \text{ kN/m}^2$$

La pendiente de la cubierta de la nave es inferior a  $30^\circ$ , por lo tanto, el coeficiente de forma de la cubierta,  $\mu = 1$ .

Con estos datos se calcula la sobrecarga de nieve:

$$q_n = 1 \times 0,678 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,678 \text{ kN/m}^2$$

- Sobrecarga de viento:  $q_e = q_b \times C_e \times C_p$

Según el mapa de la norma CTE DB SE-AE, Viana se sitúa en la zona B, por lo que el viento tiene un valor de presión dinámica  $q_b = 0,45 \text{ kN/m}^2$ .

El coeficiente de exposición  $C_e$ , depende del entorno y de la altura del edificio. La industria se encuentra en una zona urbana en general, industrial o forestal, por lo tanto, interpolando se obtiene el  $C_e$ :

x: Altura del punto considerado (m)

$$x_1 = 6 \quad y_1 = 1,4$$

$$x_2 = 7,5 \quad y_2 = \text{coeficiente de exposición de la industria}$$

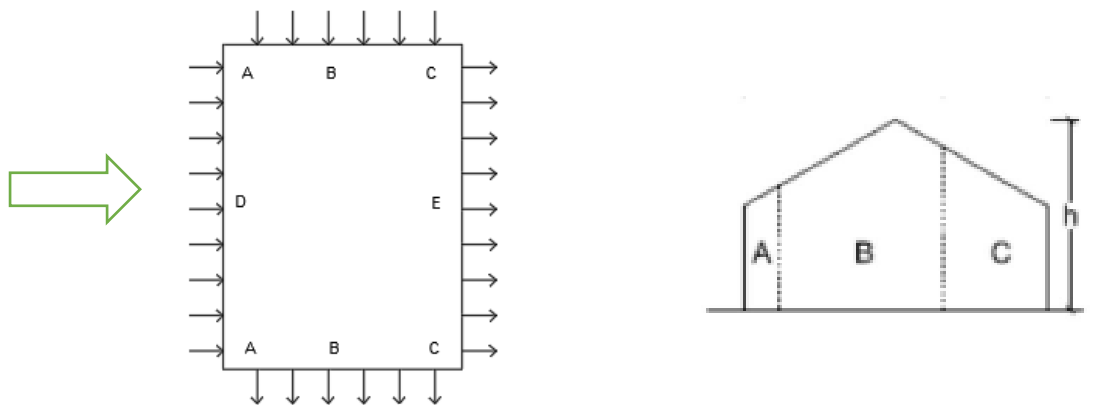
$$x_3 = 9 \quad y_3 = 1,7$$

$$C_e = 1,55$$

Cálculo el coeficiente eólico de presión,  $C_p$ :

A) Carga de viento sobre la fachada:

1ª hipótesis: viento paralelo a los pórticos



De la tabla D.3 de CTE DB SE-AE:

$$\text{Área} > 10 \text{ m}^2$$

$$h/d = 7,5 \text{ m} / 25 \text{ m} = 0,6$$

A	B	C	D	E
-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5

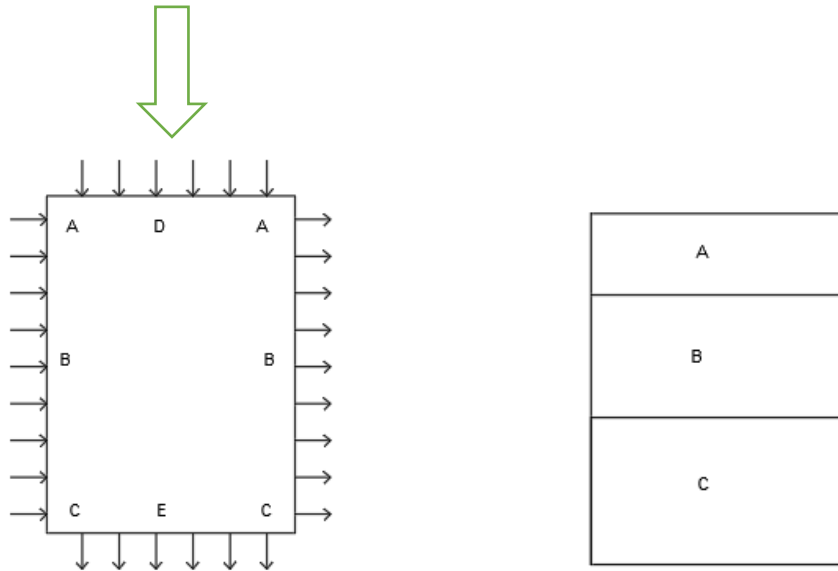
$$e = \min (b, 2h) = \min (70, 2 \times 7,5) = \min (70, 15) = 15$$

$$\text{Zona A: } e/10 = 15/10 = 1,5$$

$$\text{Zona C: } d-e = 25-15 = 10$$

$$\text{Zona B: } e-e/10 = 15 - 1,5 = 13,5$$

2ª hipótesis: viento perpendicular a los pórticos



Área > 10 m<sup>2</sup>

$h/d = 7,5 \text{ m} / 70 \text{ m} = 0,107$

A	B	C	D	E
-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3

De la tabla D.3 de CTE DB SE-AE:

$e = \min (b, 2h) = \min (70, 2 \times 7,5) = \min (70, 15) = 15$

Zona A:  $e/10 = 15/10 = 1,5$

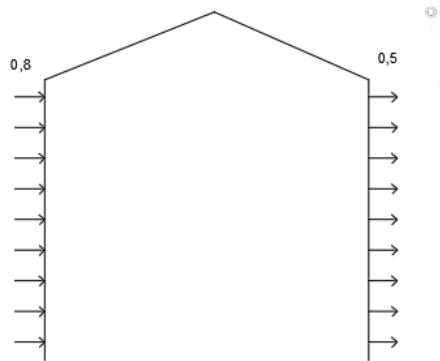
Zona C:  $d-e = 25-15 = 10$

Zona B:  $e-e/10 = 15 - 1,5 = 13,5$

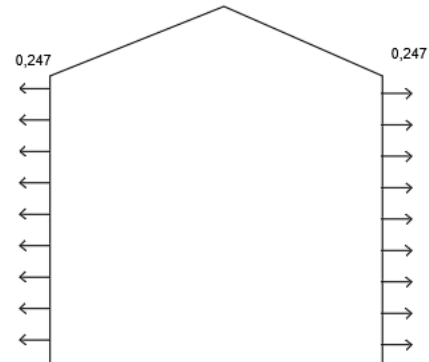
Se calcula el valor medio ponderado:

$$\text{Valor medio ponderado} = \frac{(-1,5 \times 1,2) + (-0,8 \times 13,5) + (-0,5 \times 10)}{70} = -0,25$$

1ª hipótesis: viento paralelo a los pórticos



2ª hipótesis: viento perpendicular a los pórticos

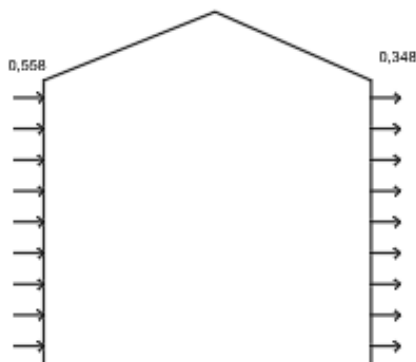


$$q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times 0,8 = 0,558 \text{ kN/m}^2$$

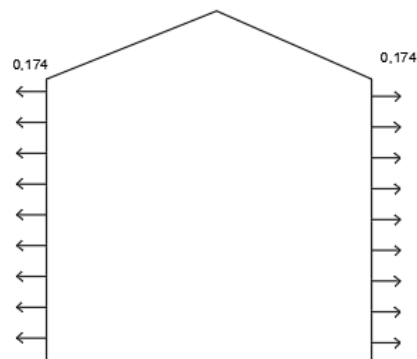
$$q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times (-0,5) = -0,348 \text{ kN/m}^2$$

$$q_e = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times (-0,25) = -0,174 \text{ kN/m}^2$$

1ª hipótesis: viento paralelo a los pórticos



2ª hipótesis: viento perpendicular a los pórticos

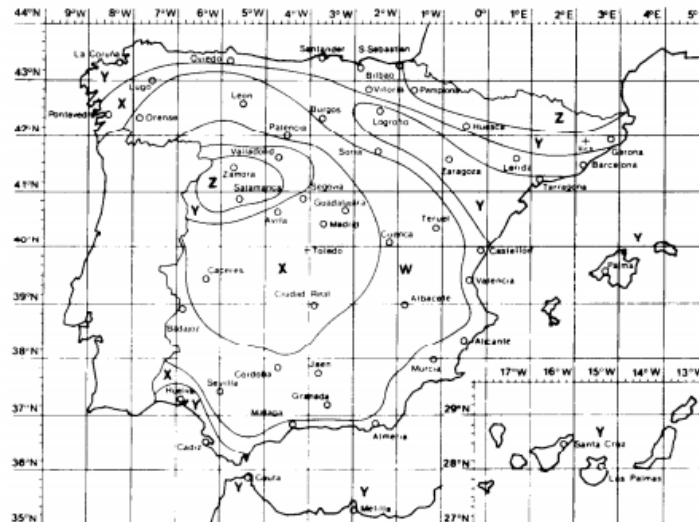


B) Carga de viento en cubierta:

Para calcular la carga de viento en cubierta, se han seguido las recomendaciones de las Normas Tecnológicas de la Edificación.

Son más de 155 normas con la categoría de soluciones técnicas, recomendables para casos prácticos normales en edificación. Todas ellas son de aplicación voluntaria.

Según el siguiente mapa de las NTE, Viana se encuentra en la zona X.



**Carga de viento sobre cubiertas en edificación cerrada**

Zona eólica	Situación topográfica	Altura H en m sobre el nivel del suelo							
		3	9	23	57	60			
W	Normal	➤	6	15	28	60			
	Expuesta	➤	6	15	28	60			
X	Normal	➤	6	14	24	55	60		
	Expuesta	➤	3	9	16	28	53	60	
Y	Normal	➤	3	9	15	25	50	60	
	Expuesta	➤	➤	6	9	15	24	40	60
Z	Normal	➤	➤	6	9	15	24	40	60
	Expuesta	➤	➤	3	7	11	15	20	30

Según la siguiente tabla de las Normas Tecnológicas de la Edificación, con una zona eólica X, una situación topográfica normal y una altura sobre el nivel del suelo de 7,5 m, se calcula la carga de viento sobre cubierta:

1ª hipótesis:

Con menos del 33% de huecos

	<b>α</b>	
<b>m</b>	0	-13,56
	10	0
<b>n</b>		-13,56

Para calcular m se interpola:

$$m = -13,56 + \left( \frac{9,09 - 0}{10 - 0} \right) \times (0 - (-13,56)) = -1,23 \frac{kg}{m^2}$$

$$n = -13,56 \frac{kg}{m^2}$$

2ª hipótesis:

	<b><math>\alpha</math></b>	
<b>m</b>	0	-53,25
	10	-39,68
<b>n</b>		-53,25

Para calcular m se interpola:

$$m = -53,25 + \left( \frac{9,09 - 0}{10 - 0} \right) \times (-39,68 - (-13,56)) = -77 \frac{kg}{m^2}$$

$$n = -53,25 \frac{kg}{m^2}$$

### 3. Cargas sobre el pórtico:

$$G = (7 \text{ kg/m}^2 + 6 \text{ kg/m}^2 + 10 \text{ kg/m}^2 + 12 \text{ kg/m}^2) \times 5 \text{ m} = 175 \text{ kg/m} = \mathbf{1,75 \text{ kN/m}}$$

$$SU = 4 \text{ kN/m}^2 \times 5 \text{ m} = \mathbf{20 \text{ kN/m}}$$

$$N = 0,678 \text{ kN/m}^2 \times 5 \text{ m} = \mathbf{3,39 \text{ kN/m}}$$

Viento A ( $V_a$ ):

$$\text{Fachada izquierda} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times 0,8 \times 5 \text{ m} = \mathbf{2,79 \text{ kN/m}}$$

$$\text{Fachada derecha} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times (-0,5) \times 5 \text{ m} = \mathbf{-1,74 \text{ kN/m}}$$

$$\text{Cubierta izquierda} = -1,23 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = -6,15 \text{ kg/m} = \mathbf{-0,061 \text{ kN/m}}$$

$$\text{Cubierta derecha} = -13,56 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = -67,8 \text{ kg/m} = \mathbf{-0,67 \text{ kN/m}}$$

Viento B ( $V_b$ ):

$$\text{Fachada izquierda} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times (-0,247) \times 5 \text{ m} = \mathbf{-0,86 \text{ kN/m}}$$

$$\text{Fachada derecha} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times (-0,247) \times 5 \text{ m} = \mathbf{-0,86 \text{ kN/m}}$$

$$\text{Cubierta izquierda} = -77 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = -385 \text{ kg/m} = \mathbf{-3,85 \text{ kN/m}}$$

$$\text{Cubierta derecha} = -53,25 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = -266,25 \text{ kg/m} = \mathbf{-2,66 \text{ kN/m}}$$

### 3. Cálculo de correas de cubierta

Para el cálculo de las correas se utiliza la Normativa EAE, Instrucción del Acero Estructural.

El tipo de acero que se va a utilizar se caracteriza por su límite elástico y su resiliencia. El acero escogido es el S275.

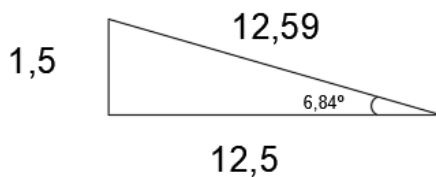


### 3.1 Modelo resistente de las correas

Para el cálculo de las correas se utiliza la Normativa EAE, Instrucción del Acero Estructural.

El tipo de acero que se va a utilizar se caracteriza por su límite elástico y su resiliencia. El acero escogido es el S275.

### 3.2 Modelo resistente de las correas



Siendo 0,2 m la distancia de apoyo a cada lado de la correa y restando el ancho de las alas de la correa para que no asomen a los dos lados

$$12,59 - 0,068 = 12,52 \text{ m}$$

$$12,52/6 = 2,09 \text{ m}$$

Se van a colocar 7 correas y va a haber 6 tramos de 2,09 m cada uno.

La distancia entre pórticos es de 5 m, por lo que las correas elegidas son de 2 vanos.

### 3.3 Acciones sobre las correas

Carga permanente:

$$G = (\text{peso de cubierta} + \text{peso de las correas} + \text{falso techo}) = (7 \text{ kg/m}^2 + 10 \text{ kg/m}^2 + 6 \text{ kg/m}^2) \times 2,03 \text{ m} = 46,69 \text{ kg/m}$$

$$\text{Eje z: } 46,69 \text{ kg/m} \times \cos 6,84 = 46,35 \text{ kg/m} = 0,46 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje y: } 46,69 \text{ kg/m} \times \sin 6,84 = 5,56 \text{ kg/m} = 0,055 \text{ kN/m}$$

Sobrecarga de uso:

$$SU = 0,4 \text{ kN/m}^2 \times 2,03 \text{ m} = 0,812 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje z: } 0,81 \text{ kN/m} \times \cos 6,84 = 0,804 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje y: } 0,81 \text{ kN/m} \times \sin 6,84 = 0,096 \text{ kN/m}$$

Nieve:

$$N = 0,678 \text{ kN/m}^2 \times 2,03 \text{ m} = 1,37 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje z: } 1,37 \text{ kN/m} \times \cos 6,84 = 1,36 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje y: } 1,37 \text{ kN/m} \times \sin 6,84 = 0,163 \text{ kN/m}$$

Viento

Eje z:

$$V_A = -13,56 \text{ kg/m}^2 \times 2,03 \text{ m} = -27,52 \text{ kg/m} = -0,275 \text{ kN/m}$$

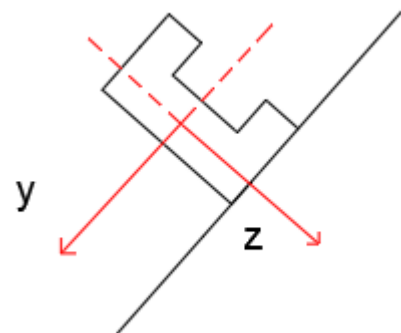


Ilustración 1: correa sobre cubierta

$$V_B = -77 \text{ kg/m}^2 \times 2,03 \text{ m} = -156,31 \text{ kg/m} = -1,56 \text{ kN/m}$$

Eje  $y = 0$

	<b>qz (kN/m)</b>	<b>qy (kN/m)</b>
<b>Carga permanente</b>	0,46	0,055
<b>Sobrecarga de uso</b>	0,80	0,096
<b>Nieve</b>	1,36	0,163
<b>Viento</b>	$V_A: -0,275$ $V_B: -1,56$	0

### 3.4 Combinaciones de acciones

Según la tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad del CTE, los coeficientes de simultaneidad utilizados son los siguientes

$\psi_0$  = coeficiente de combinación:

$S_U = 0$

$N$  (para altitudes  $\leq 10000 \text{ m}$ ) = 0,5

$V = 0,6$

$\gamma_G$  = coeficiente de mayoración de cargas permanentes = 1,35

$\gamma_A = 1,50$

Se aplica la siguiente fórmula para situaciones persistentes o transitorias, para cada combinación:

$$G \times \gamma_G + Q \times \gamma_Q + (\sum \psi_0 \times \gamma_Q \times Q_i)$$

1) Con  $V_A$  y carga variable principal:  $S_U$

$$\text{Eje } z: 0,46 \times 1,35 + 0,80 \times 1,50 + (0,5 \times 1,5 \times 1,36 + 0,6 \times 1,5 \times (-0,275)) = 2,6 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje } y: 0,055 \times 1,35 + 0,096 \times 1,50 + (0,5 \times 1,5 \times 0,163 + 0,6 \times 1,5 \times 0) = 0,34 \text{ kN/m}$$

2) Con  $V_B$  y carga variable principal:  $S_U$

$$\text{Eje } z: 0,46 \times 1,35 + 0,80 \times 1,50 + (0,5 \times 1,5 \times 1,36 + 0,6 \times 1,5 \times (-1,56)) = 1,43 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje } y: 0,055 \times 1,35 + 0,096 \times 1,50 + (0,5 \times 1,5 \times 0,163 + 0,6 \times 1,5 \times 0) = 0,34 \text{ kN/m}$$

3) Con  $V_A$  y carga variable principal:  $N$

$$\text{Eje } z: 0,46 \times 1,35 + 1,36 \times 1,50 + (0 \times 1,5 \times 0,80 + 0,6 \times 1,5 \times (-0,275)) = 2,43 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje } y: 0,055 \times 1,35 + 0,163 \times 1,50 + (0 \times 1,5 \times 0,096 + 0,6 \times 1,5 \times 0) = 0,32 \text{ kN/m}$$

4) Con  $V_B$  y carga variable principal:  $N$

$$\text{Eje } z: 0,46 \times 1,35 + 1,36 \times 1,50 + (0 \times 1,5 \times 0,80 + 0,6 \times 1,5 \times (-1,56)) = 1,25 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje } y: 0,055 \times 1,35 + 0,163 \times 1,50 + (0 \times 1,5 \times 0,096 + 0,6 \times 1,5 \times 0) = 0,32 \text{ kN/m}$$

5) Con  $V_A$  como carga variable principal

$$\text{Eje } z: 0,46 \times 1,35 + (-0,257) \times 1,50 + (0 \times 1,5 \times 0,80 + 0,5 \times 1,5 \times 1,36) = 1,25 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje } y: 0,055 \times 1,35 + 0 \times 1,50 + (0 \times 1,5 \times 0,127 + 0,5 \times 1,5 \times 0,163) = 0,196 \text{ kN/m}$$

6) Con  $V_B$  como carga variable principal

$$\text{Eje } z: 0,46 \times 1,35 + (-1,56) \times 1,50 = -1,72 \text{ kN/m}$$

$$\text{Eje } y: 0,055 \times 1,35 + 0 \times 1,50 = 0,074 \text{ kN/m}$$

La combinación 1 es la más desfavorable:

Eje  $z$ : 2,60 kN/m con viento A

Eje  $y$ : 0,34 kN/m con viento A

Momento máximo en los dos ejes:

$$M_y = k \times q_z \times s^2$$

$$M_y = -0,125 \times 2,60 \text{ kN/m} \times (5 \text{ m})^2 = -8,12 \text{ kNm}$$

$$M_z = k \times q_y \times s^2$$

$$M_z = -0,125 \times 0,34 \text{ kN/m} \times (5 \text{ m})^2 = -1,06 \text{ kNm}$$

### 3.4 Dimensionamiento a resistencia

El perfil seleccionado para las correas de cubierta es el UPN 120.

Según la tabla 20.3.a y 20.3.b de la Instrucción de Acero Estructural, este perfil es de clase 1.

Características del perfil UPN 120:

$$W_{plz} = 11,1 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{ply} = 72,6 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z = 43,2 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 364 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

Comprobación de resistencia a flexión:

$$\frac{M_y}{W_{ply} \times \frac{f_y}{\delta_{MO}}} + \frac{M_z}{W_{plz} \times \frac{f_y}{\delta_{MO}}} \leq 1$$

$$\frac{8,12 \text{ kNm}}{72,6 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times \frac{275 \times 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,05}} + \frac{1,06 \text{ kNm}}{11,1 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times \frac{275 \times 10^3 \text{ kN/m}^2}{1,05}} = 0,79$$

$0,79 < 1$  El perfil CUMPLE

Comprobación a flecha:

$$\delta_z = k \times q'_z \times \frac{l^4}{I_y}$$

$$\delta_y = k \times q'_y \times \frac{l^4}{I_z}$$

Combinación más desfavorable sin mayorar:

$$q'_z = 0,46 + 0,80 + (0,5 \times 1,36 + 0,6 \times (-0,257)) = 0,90 \text{ kN/m}$$

$$q'_y = 0,055 + 0,096 + (0,5 \times 0,163 + 0,6 \times 0) = 0,23 \text{ kN/m}$$

k depende del número de vanos, en este caso 2 vanos,  $k = 2,269$

$$\delta_z = 2,269 \times 0,90 \times \frac{5^4}{364} = 4,06 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 2,269 \times 0,23 \times \frac{5^4}{43,2} = 8,74 \text{ mm}$$

$$\delta_{total} = \sqrt{4,06^2 + 8,74^2} = 9,63 \text{ mm}$$

$$\frac{l}{300} = \frac{5000 \text{ mm}}{300} = 16,6 \text{ mm}$$

$9,63 \text{ mm} < 16,6 \text{ mm}$  El perfil UPN 120 CUMPLE

**El perfil elegido para las correas de cubierta es el UPN 120, y tiene un peso de 13,4 kg/m.**

Por lo tanto, se necesitan los siguientes kg de acero:

$$13,4 \text{ kg/m} \times 7 \text{ correas} / 12,52 \text{ m} = 7,5 \text{ kg/m}^2 \text{ necesarios de acero}$$

$$14 \text{ correas} \times 12,52 \text{ m} = 175,28 \text{ m}$$

$$\text{Peso} = 175,28 \text{ m} \times 13,4 \text{ kg/m} = \mathbf{2.348,75 \text{ kg}}$$

#### 4. Cálculo de correas laterales de fachada

Las correas laterales o de fachada se sitúan en dirección longitudinal a la estructura del edificio, y se encargan de soportar el peso del cerramiento de fachada.

Para dimensionar estas correas se tiene en cuenta el peso propio de la correa y el panel de cerramiento.

Las correas están separadas entre si con una separación de 1,20 m.

Para realizar las comprobaciones se va a utilizar un perfil UPN 120.

#### 4.1 Acciones sobre las correas

Carga permanente:

$$G = (\text{peso del cerramiento} + \text{peso de las correas}) = 12 \text{ kg/m}^2 \times 1,20 \text{ m} + 13,40 \text{ kg/m} = 27,80 \text{ kg/m} = 0,28 \text{ kN/m}$$

Carga de viento más desfavorable:

$$V = q \times C_e \times C_p = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times 0,8 = 0,558 \text{ kN/m}^2 \times 1,20 \text{ m} = 0,67 \text{ kN/m}$$

Combinaciones:

En el eje y van a actuar el peso propio de las correas y el peso del cerramiento. En el eje z actúa solamente el viento.

$$q_y = 1,35 \times 0,28 \text{ kN/m} = 0,378 \text{ kN/m}$$

$$q_z = 0,6 \times 1,5 \times 0,67 \text{ kN/m} = 0,60 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 0,378 \text{ kN/m}$$

$$q_z = 0,6 \times 1,5 \times 0,67 \text{ kN/m} = 0,60 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 0,378 \text{ kN/m}$$

$$q_z = 1,5 \times 0,67 \text{ kN/m} = 1 \text{ kN/m}$$

Momento máximo en cada eje:

$$M_{\text{máx}} = 0,125 \times q \times l^2$$

$$M_y = 0,125 \times 1 \text{ kN/m} \times 5^2 \text{ m}^2 = 3,12 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0,125 \times 0,378 \text{ kN/m} \times 5^2 = 1,18 \text{ kNm}$$

Características del perfil UPN 120:

$$W_{plz} = 11,1 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{ply} = 72,6 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z = 43,2 \times 10^3 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 364 \times 10^3 \text{ mm}^4$$

Comprobación de resistencia a flexión:

$$\frac{M_y}{W_{ply} \times \frac{f_y}{\delta_{MO}}} + \frac{M_z}{W_{plz} \times \frac{f_y}{\delta_{MO}}} \leq 1$$

$$\frac{3,12 \text{ kNm}}{72,6 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times \frac{275 \times 10^3}{1,05}} + \frac{1,18 \text{ kNm}}{11,1 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times \frac{275 \times 10^3}{1,05}} = 0,57$$

0,57 < 1 El perfil **CUMPLE**

Comprobación a flecha:

$$\delta_z = k \times q'_z \times \frac{l^4}{I_y}$$

$$\delta_y = k \times q'_y \times \frac{l^4}{I_z}$$

Combinación más desfavorable sin mayorar:

$$q'_z = 1 \text{ kN/m}$$

$$q'_y = 0,378 \text{ kN/m}$$

k depende del número de vanos, en este caso 2 vanos, k= 2,269

$$\delta_z = 2,629 \times 1 \times \frac{5^4}{364} = 4,51 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 2,629 \times 0,378 \times \frac{5^4}{43,2} = 14,37 \text{ mm}$$

$$\delta_{total} = \sqrt{4,51^2 + 14,37^2} = 15,06 \text{ mm}$$

$$\frac{l}{300} = \frac{5000 \text{ mm}}{300} = 16,6 \text{ mm}$$

15,06 mm < 16,6 mm El perfil **UPN 120 CUMPLE**

**El perfil elegido para las correas de fachada es el UPN 120, y tiene un peso de 13,4 kg/m.**

Se van a colocar 5 correas en cada pilar, con una separación entre ellas de 1,20 metros:

$$13,4 \text{ kg/m} \times 5 \text{ correas} / 6 \text{ m} = 11,16 \text{ kg/m}^2$$

$$10 \text{ correas} \times 6 \text{ m} = 60 \text{ m}$$

$$60 \times 13,4 \text{ kg/m} = \mathbf{804 \text{ kg}}$$

#### **4.2 Cálculo de correas en el muro piñón**

Se van a colocar correas en la fachada del muro piñón, con una distancia entre ellas de 1,20 m.

El perfil elegido para estas correas es el mismo que para las correas laterales:

Perfil UPN 120, con un peso de 13,4 kg/m.

Se van a colocar 6 correas en cada pilar intermedio.

Carga permanente:

$$G = (\text{peso del cerramiento} + \text{peso de las correas}) = 12 \text{ kg/m}^2 \times 1,20 \text{ m} + 13,40 \text{ kg/m} = 27,80 \text{ kg/m} \\ = 0,28 \text{ kN/m}$$

Carga de viento más desfavorable: viento paralelo a los pórticos

$$V = q \times C_e \times C_p = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times 0,8 = 0,558 \text{ kN/m}^2 \times 1,20 \text{ m} = 0,67 \text{ kN/m}$$

Combinaciones:

En el eje y van a actuar el peso propio de las correas y el peso del cerramiento. En el eje z actúa solamente el viento.

$$q_y = 1,35 \times 0,28 \text{ kN/m} = 0,378 \text{ kN/m}$$

$$q_z = 0,6 \times 1,5 \times 0,67 \text{ kN/m} = 0,60 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 0,378 \text{ kN/m}$$

$$q_z = 0,6 \times 1,5 \times 0,67 \text{ kN/m} = 0,60 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 0,378 \text{ kN/m}$$

$$q_z = 1,5 \times 0,67 \text{ kN/m} = 1 \text{ kN/m}$$

Momento máximo en cada eje:

$$M_{\text{máx}} = 0,125 \times q \times l^2$$

$$M_y = 0,125 \times 1 \text{ kN/m} \times 5^2 \text{ m}^2 = 3,12 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0,125 \times 0,378 \text{ kN/m} \times 5^2 = 1,18 \text{ kNm}$$

Características del perfil UPN 120:

$$W_{plz} = 11,1 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{ply} = 72,6 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_z = 43,2 \times 10^3 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 364 \times 10^3 \text{ mm}^4$$

Comprobación de resistencia a flexión:

$$\frac{M_y}{W_{ply} \times \frac{f_y}{\delta_{MO}}} + \frac{M_z}{W_{plz} \times \frac{f_y}{\delta_{MO}}} \leq 1$$

$$\frac{3,12 \text{ kNm}}{72,6 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times \frac{275 \times 10^3}{1,05}} + \frac{1,18 \text{ kNm}}{11,1 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times \frac{275 \times 10^3}{1,05}} = 0,57$$

0,57 < 1 El perfil **CUMPLE**

Comprobación a flecha:

$$\delta_z = k \times q'_z \times \frac{l^4}{I_y}$$

$$\delta_y = k \times q'_y \times \frac{l^4}{I_z}$$

Combinación más desfavorable sin mayorar:

$$q'_z = 1 \text{ kN/m}$$

$$q'_y = 0,378 \text{ kN/m}$$

k depende del número de vanos, en este caso 2 vanos, k= 2,269

$$\delta_z = 2,629 \times 1 \times \frac{5^4}{364} = 4,51 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 2,629 \times 0,378 \times \frac{5^4}{43,2} = 14,37 \text{ mm}$$

$$\delta_{total} = \sqrt{4,51^2 + 14,37^2} = 15,06 \text{ mm}$$

$$\frac{l}{300} = \frac{5000 \text{ mm}}{300} = 16,6 \text{ mm}$$

15,06 mm < 16,6 mm El perfil **UPN 120 CUMPLE**

**El perfil elegido para las correas de fachada es el UPN 120, y tiene un peso de 13,4 kg/m.**

A continuación, se procede al cálculo de los kg de acero necesarios para las correas:

$$13,4 \text{ kg/m} \times 6 \text{ correas} \times 25 \text{ m} = 2.010 \text{ kg} \times 2 = \mathbf{4.020 \text{ kg}}$$

$$2.010 \text{ kg} / (25 \text{ m} \times 6 \text{ m} + (25 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) / 2 = 11,91 \text{ kg/m}^2$$



## 5. Cálculo del pórtico

### 5.1 Cargas aplicables a los dinteles

-Carga permanente: peso del cerramiento, falso techo, correas de cubierta y peso propio de los dinteles para los cuales estimamos un peso de 155 kg/m.

Peso cerramiento de cubierta:  $7 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = 35 \text{ kg/m} = 0,35 \text{ kN/m}$

Peso falso techo:  $6 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = 30 \text{ kg/m} = 0,30 \text{ kN/m}$

Total carga permanente:  $0,35 \text{ kN/m} + 0,30 \text{ kN/m} + 1,55 \text{ kN/m} = 2,2 \text{ kN/m}$

-Sobrecarga de uso (SU):  $0,4 \text{ kN/m}^2 \times 5 \text{ m} = 2 \text{ kN/m}$

-Carga de nieve (N):  $0,6758 \text{ kN/m} \times 5 \text{ m} = 3,37 \text{ kN/m}$

-Carga de viento (V): perpendicular al faldón

$V_A$ :

Dintel izquierdo:  $-1,23 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = -6,15 \text{ kg/m} = -0,061 \text{ kN/m}$

Dintel derecho:  $-13,56 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = -67,8 \text{ kg/m} = -0,678 \text{ kN/m}$

$V_B$ :

Dintel izquierdo =  $-77 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = -385 \text{ kg/m} = -3,85 \text{ kN/m}$

Dintel derecho =  $-53,25 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = -266,25 \text{ kg/m} = -2,66 \text{ kN/m}$

### 5.2 Cargas aplicables a los pilares

-Carga permanente: Peso cerramiento de la fachada:  $12 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = 60 \text{ kg/m} = 0,60 \text{ kN/m}$

-Carga de viento (V): perpendicular

$V_A$ :

Pilar izquierdo:  $0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times 0,8 \times 5 \text{ m} = 2,79 \text{ kN/m}$

Pilar derecho:  $0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times (-0,5) \times 5 \text{ m} = -1,74 \text{ kN/m}$

$V_B$ :

Pilar izquierdo:  $0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times (-0,247) \times 5 \text{ m} = -0,86 \text{ kN/m}$

Pilar derecho:  $0,45 \text{ kN/m}^2 \times 1,55 \times (-0,247) \times 5 \text{ m} = -0,86 \text{ kN/m}$

### 5.3 Combinaciones de acciones

Según la tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad del CTE:

$\gamma_0$  = coeficiente de combinación  $\rightarrow$  SU = 0

N (para altitudes  $\leq 10000 \text{ m}$ ) = 0,5

$$V = 0,6$$

$\gamma_G$  = coeficiente de mayoración de cargas permanentes = 1,35

$$\gamma_A = 1,50$$

Con  $V_A$  y carga variable principal SU

$$1) \quad 1,35 \times G + 1,5 \times SU + (0,5 \times 1,5 \times N + 0,6 \times 1,5 \times V_A)$$

Con  $V_B$  y carga variable principal SU

$$2) \quad 1,35 \times G + 1,5 \times SU + (0,5 \times 1,5 \times N + 0,6 \times 1,5 \times V_B)$$

Con  $V_A$  y carga variable principal N

$$3) \quad 1,35 \times G + 1,5 \times N + (0,6 \times 1,5 \times V_A + 0 \times 1,5 \times SU)$$

Con  $V_B$  y carga variable principal N

$$4) \quad 1,35 \times G + 1,5 \times N + (0,6 \times 1,5 \times V_B + 0 \times 1,5 \times SU)$$

Con  $V_A$  como carga variable principal

$$5) \quad 1,35 \times G + 1,5 \times V_A + (0,5 \times 1,5 \times N + 0 \times 1,5 \times SU)$$

Con  $V_B$  como carga variable principal

$$6) \quad 1,35 \times G + 1,5 \times V_B$$

Cargas en las diferentes barras del pórtico, mayoradas:

Combinación	Barra	G (kN/m)	SU (kN/m)	N (kN/m)	$V_A$ (kN/m)	$V_B$ (kN/m)
1	1	0,81	0	0	2,51	-
1	2	2,97	3	2,52	-0,055	-
1	3	2,97	3	2,52	-0,61	-
1	4	0,81	0	0	-1,56	-
2	1	0,81	0	0	-	-0,77
2	2	2,97	3	2,52	-	-3,46
2	3	2,97	3	2,52	-	-2,40
2	4	0,81	0	0	-	-0,77
3	1	0,81	0	0	2,51	-
3	2	2,97	0	5,05	-0,055	-
3	3	2,97	0	5,05	-0,61	-
3	4	0,81	0	0	-1,56	-
4	1	0,81	0	0	-	-0,77
4	2	2,97	0	5,05	-	-3,46
4	3	2,97	0	5,05	-	-2,40
4	4	0,81	0	0	-	-0,77
5	1	0,81	0	0	4,18	-
5	2	2,97	0	2,52	-0,09	-
5	3	2,97	0	2,52	-1,01	-
5	4	0,81	0	0	-2,61	-
6	1	0,81	0	0	-	-1,29
6	2	2,97	0	2,52	-	-5,77
6	3	2,97	0	2,52	-	-4

6	4	0,81	0	0	-	-1,29
---	---	------	---	---	---	-------

Para realizar las diferentes combinaciones y calcular las solicitaciones en cada barra del pórtico, se ha utilizado el software PIEM, y se han obtenido los siguientes resultados:

### 1) GEOMETRÍA

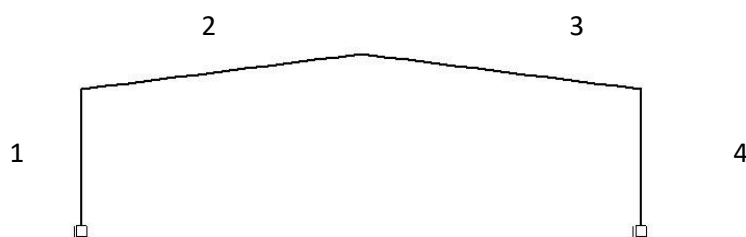


Ilustración 3: numeración de las barras del pórtico

### 2) ESFUERZOS

#### Combinación 1:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	0,00	0,000	0,000	-98,774	92,115	290,579
1	1,00	0,000	1,000	-98,774	95,435	196,804
1	1,00	0,000	1,000	-98,774	95,435	196,804
1	2,00	0,000	2,000	-98,774	98,755	99,709
1	2,00	0,000	2,000	-98,774	98,755	99,709
1	3,00	0,000	3,000	-98,774	102,075	-0,706
1	3,00	0,000	3,000	-98,774	102,075	-0,706
1	4,00	0,000	4,000	-98,774	105,395	-104,441
1	4,00	0,000	4,000	-98,774	105,395	-104,441
1	5,00	0,000	5,000	-98,774	108,715	-211,495
1	5,00	0,000	5,000	-98,774	108,715	-211,495
1	6,00	0,000	6,000	-98,774	112,035	-321,870

1	6,00	0,000	6,000	-123,002	-84,727	-321,870
2	1,05	1,042	6,125	-123,002	-76,394	-237,325
2	1,05	1,042	6,125	-123,011	-76,380	-237,325
2	2,10	2,083	6,250	-123,011	-68,055	-161,606
2	2,10	2,083	6,250	-123,003	-68,069	-161,606
2	3,15	3,125	6,375	-123,003	-59,736	-94,542
2	3,15	3,125	6,375	-123,003	-59,736	-94,542
2	4,20	4,167	6,500	-123,003	-51,403	-36,223
2	4,20	4,167	6,500	-123,009	-51,389	-36,223
2	5,25	5,208	6,625	-123,009	-43,065	13,293
2	5,25	5,208	6,625	-123,004	-43,079	13,293
2	6,29	6,250	6,750	-123,004	-34,746	54,130
2	6,29	6,250	6,750	-123,004	-34,746	54,130
2	7,34	7,292	6,875	-123,004	-26,413	86,222
2	7,34	7,292	6,875	-123,007	-26,399	86,222
2	8,39	8,333	7,000	-123,007	-18,074	109,537
2	8,39	8,333	7,000	-123,005	-18,088	109,537
2	9,44	9,375	7,125	-123,005	-9,755	124,147
2	9,44	9,375	7,125	-123,005	-9,755	124,147
2	10,49	10,417	7,250	-123,005	-1,422	130,013
2	10,49	10,417	7,250	-123,005	-1,408	130,013
2	11,54	11,458	7,375	-123,005	6,916	127,125
2	11,54	11,458	7,375	-123,006	6,903	127,125
2	12,59	12,500	7,500	-123,006	15,235	115,508
2	12,59	12,500	7,500	-123,119	-14,290	115,508
3	1,05	13,542	7,375	-123,119	-6,020	126,166
3	1,05	13,542	7,375	-123,119	-6,034	126,166
3	2,10	14,583	7,250	-123,119	2,228	128,162
3	2,10	14,583	7,250	-123,118	2,242	128,162
3	3,15	15,625	7,125	-123,118	10,511	121,470
3	3,15	15,625	7,125	-123,118	10,511	121,470
3	4,20	16,667	7,000	-123,118	18,781	106,099

3	4,20	16,667	7,000	-123,120	18,767	106,099
3	5,25	17,708	6,875	-123,120	27,029	82,091
3	5,25	17,708	6,875	-123,117	27,043	82,091
3	6,29	18,750	6,750	-123,117	35,313	49,370
3	6,29	18,750	6,750	-123,117	35,313	49,370
3	7,34	19,792	6,625	-123,117	43,583	7,971
3	7,34	19,792	6,625	-123,122	43,569	7,971
3	8,39	20,833	6,500	-123,122	51,831	-42,042
3	8,39	20,833	6,500	-123,116	51,845	-42,042
3	9,44	21,875	6,375	-123,116	60,115	-100,791
3	9,44	21,875	6,375	-123,116	60,115	-100,791
3	10,49	22,917	6,250	-123,116	68,385	-168,219
3	10,49	22,917	6,250	-123,124	68,371	-168,219
3	11,54	23,958	6,125	-123,124	76,633	-244,235
3	11,54	23,958	6,125	-123,115	76,647	-244,235
3	12,59	25,000	6,000	-123,115	84,916	-329,013
3	12,59	25,000	6,000	-98,976	-112,125	-329,013
4	1,00	25,000	5,000	-98,976	-112,875	-216,513
4	1,00	25,000	5,000	-98,976	-112,875	-216,513
4	2,00	25,000	4,000	-98,976	-113,625	-103,264
4	2,00	25,000	4,000	-98,976	-113,625	-103,264
4	3,00	25,000	3,000	-98,976	-114,375	10,736
4	3,00	25,000	3,000	-98,976	-114,375	10,736
4	4,00	25,000	2,000	-98,976	-115,125	125,486
4	4,00	25,000	2,000	-98,976	-115,125	125,486
4	5,00	25,000	1,000	-98,976	-115,875	240,986
4	5,00	25,000	1,000	-98,976	-115,875	240,986
4	6,00	25,000	0,000	-98,976	-116,625	357,236

#### Combinación 2:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	0,00	0,000	0,000	-65,727	78,184	244,819

1	1,00	0,000	1,000	-65,727	78,144	166,654
1	1,00	0,000	1,000	-65,727	78,144	166,654
1	2,00	0,000	2,000	-65,727	78,104	88,530
1	2,00	0,000	2,000	-65,727	78,104	88,530
1	3,00	0,000	3,000	-65,727	78,064	10,446
1	3,00	0,000	3,000	-65,727	78,064	10,446
1	4,00	0,000	4,000	-65,727	78,024	-67,598
1	4,00	0,000	4,000	-65,727	78,024	-67,598
1	5,00	0,000	5,000	-65,727	77,984	-145,602
1	5,00	0,000	5,000	-65,727	77,984	-145,602
1	6,00	0,000	6,000	-65,727	77,944	-223,566
1	6,00	0,000	6,000	-85,218	-55,976	-223,566
2	1,05	1,042	6,125	-85,218	-50,697	-167,592
2	1,05	1,042	6,125	-85,224	-50,687	-167,592
2	2,10	2,083	6,250	-85,224	-45,413	-117,212
2	2,10	2,083	6,250	-85,218	-45,423	-117,212
2	3,15	3,125	6,375	-85,218	-40,144	-72,312
2	3,15	3,125	6,375	-85,218	-40,144	-72,312
2	4,20	4,167	6,500	-85,218	-34,865	-32,952
2	4,20	4,167	6,500	-85,222	-34,855	-32,952
2	5,25	5,208	6,625	-85,222	-29,582	0,828
2	5,25	5,208	6,625	-85,219	-29,591	0,828
2	6,29	6,250	6,750	-85,219	-24,312	29,114
2	6,29	6,250	6,750	-85,219	-24,312	29,114
2	7,34	7,292	6,875	-85,219	-19,034	51,859
2	7,34	7,292	6,875	-85,221	-19,024	51,859
2	8,39	8,333	7,000	-85,221	-13,750	69,040
2	8,39	8,333	7,000	-85,220	-13,760	69,040
2	9,44	9,375	7,125	-85,220	-8,481	80,711
2	9,44	9,375	7,125	-85,220	-8,481	80,711
2	10,49	10,417	7,250	-85,220	-3,202	86,841
2	10,49	10,417	7,250	-85,220	-3,192	86,841

2	11,54	11,458	7,375	-85,220	2,081	87,424
2	11,54	11,458	7,375	-85,220	2,072	87,424
2	12,59	12,500	7,500	-85,220	7,351	82,480
2	12,59	12,500	7,500	-84,541	-13,014	82,480
3	1,05	13,542	7,375	-84,541	-6,623	92,784
3	1,05	13,542	7,375	-84,540	-6,633	92,784
3	2,10	14,583	7,250	-84,540	-0,247	96,391
3	2,10	14,583	7,250	-84,540	-0,238	96,391
3	3,15	15,625	7,125	-84,540	6,154	93,286
3	3,15	15,625	7,125	-84,540	6,154	93,286
3	4,20	16,667	7,000	-84,540	12,545	83,475
3	4,20	16,667	7,000	-84,542	12,535	83,475
3	5,25	17,708	6,875	-84,542	18,920	66,985
3	5,25	17,708	6,875	-84,539	18,930	66,985
3	6,29	18,750	6,750	-84,539	25,321	43,764
3	6,29	18,750	6,750	-84,539	25,321	43,764
3	7,34	19,792	6,625	-84,539	31,713	13,837
3	7,34	19,792	6,625	-84,543	31,703	13,837
3	8,39	20,833	6,500	-84,543	38,088	-22,751
3	8,39	20,833	6,500	-84,539	38,098	-22,751
3	9,44	21,875	6,375	-84,539	44,489	-66,087
3	9,44	21,875	6,375	-84,539	44,489	-66,087
3	10,49	22,917	6,250	-84,539	50,880	-116,131
3	10,49	22,917	6,250	-84,544	50,871	-116,131
3	11,54	23,958	6,125	-84,544	57,256	-172,815
3	11,54	23,958	6,125	-84,538	57,266	-172,815
3	12,59	25,000	6,000	-84,538	63,657	-236,267
3	12,59	25,000	6,000	-73,273	-76,354	-236,267
4	1,00	25,000	5,000	-73,273	-76,394	-159,893
4	1,00	25,000	5,000	-73,273	-76,394	-159,893
4	2,00	25,000	4,000	-73,273	-76,434	-83,479
4	2,00	25,000	4,000	-73,273	-76,434	-83,479

4	3,00	25,000	3,000	-73,273	-76,474	-7,025
4	3,00	25,000	3,000	-73,273	-76,474	-7,025
4	4,00	25,000	2,000	-73,273	-76,514	69,469
4	4,00	25,000	2,000	-73,273	-76,514	69,469
4	5,00	25,000	1,000	-73,273	-76,554	146,003
4	5,00	25,000	1,000	-73,273	-76,554	146,003
4	6,00	25,000	0,000	-73,273	-76,594	222,578

### Combinación 3:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	0,00	0,000	0,000	-97,755	88,653	276,044
1	1,00	0,000	1,000	-97,755	91,973	185,730
1	1,00	0,000	1,000	-97,755	91,973	185,730
1	2,00	0,000	2,000	-97,755	95,293	92,097
1	2,00	0,000	2,000	-97,755	95,293	92,097
1	3,00	0,000	3,000	-97,755	98,613	-4,857
1	3,00	0,000	3,000	-97,755	98,613	-4,857
1	4,00	0,000	4,000	-97,755	101,933	-105,130
1	4,00	0,000	4,000	-97,755	101,933	-105,130
1	5,00	0,000	5,000	-97,755	105,253	-208,724
1	5,00	0,000	5,000	-97,755	105,253	-208,724
1	6,00	0,000	6,000	-97,755	108,573	-315,637
1	6,00	0,000	6,000	-119,444	-84,127	-315,637
2	1,05	1,042	6,125	-119,444	-75,768	-231,735
2	1,05	1,042	6,125	-119,453	-75,754	-231,735
2	2,10	2,083	6,250	-119,453	-67,403	-156,686
2	2,10	2,083	6,250	-119,445	-67,417	-156,686
2	3,15	3,125	6,375	-119,445	-59,058	-90,320
2	3,15	3,125	6,375	-119,445	-59,058	-90,320
2	4,20	4,167	6,500	-119,445	-50,699	-32,727
2	4,20	4,167	6,500	-119,451	-50,685	-32,727
2	5,25	5,208	6,625	-119,451	-42,334	16,037



2	5,25	5,208	6,625	-119,446	-42,348	16,037
2	6,29	6,250	6,750	-119,446	-33,988	56,093
2	6,29	6,250	6,750	-119,446	-33,988	56,093
2	7,34	7,292	6,875	-119,446	-25,629	87,377
2	7,34	7,292	6,875	-119,449	-25,616	87,377
2	8,39	8,333	7,000	-119,449	-17,265	109,856
2	8,39	8,333	7,000	-119,447	-17,278	109,856
2	9,44	9,375	7,125	-119,447	-8,919	123,603
2	9,44	9,375	7,125	-119,447	-8,919	123,603
2	10,49	10,417	7,250	-119,447	-0,560	128,577
2	10,49	10,417	7,250	-119,447	-0,547	128,577
2	11,54	11,458	7,375	-119,447	7,804	124,773
2	11,54	11,458	7,375	-119,448	7,791	124,773
2	12,59	12,500	7,500	-119,448	16,150	112,210
2	12,59	12,500	7,500	-119,878	-12,560	112,210
3	1,05	13,542	7,375	-119,878	-4,783	121,311
3	1,05	13,542	7,375	-119,878	-4,797	121,311
3	2,10	14,583	7,250	-119,878	2,972	122,267
3	2,10	14,583	7,250	-119,877	2,986	122,267
3	3,15	15,625	7,125	-119,877	10,762	115,053
3	3,15	15,625	7,125	-119,877	10,762	115,053
3	4,20	16,667	7,000	-119,877	18,539	99,678
3	4,20	16,667	7,000	-119,880	18,525	99,678
3	5,25	17,708	6,875	-119,880	26,295	76,181
3	5,25	17,708	6,875	-119,877	26,308	76,181
3	6,29	18,750	6,750	-119,877	34,085	44,491
3	6,29	18,750	6,750	-119,877	34,085	44,491
3	7,34	19,792	6,625	-119,877	41,861	4,640
3	7,34	19,792	6,625	-119,881	41,848	4,640
3	8,39	20,833	6,500	-119,881	49,617	-43,310
3	8,39	20,833	6,500	-119,876	49,631	-43,310
3	9,44	21,875	6,375	-119,876	57,407	-99,476

3	9,44	21,875	6,375	-119,876	57,407	-99,476
3	10,49	22,917	6,250	-119,876	65,184	-163,804
3	10,49	22,917	6,250	-119,883	65,170	-163,804
3	11,54	23,958	6,125	-119,883	72,939	-236,206
3	11,54	23,958	6,125	-119,875	72,953	-236,206
3	12,59	25,000	6,000	-119,875	80,730	-316,849
3	12,59	25,000	6,000	-94,433	-109,406	-316,849
4	1,00	25,000	5,000	-94,433	-110,156	-207,068
4	1,00	25,000	5,000	-94,433	-110,156	-207,068
4	2,00	25,000	4,000	-94,433	-110,906	-96,537
4	2,00	25,000	4,000	-94,433	-110,906	-96,537
4	3,00	25,000	3,000	-94,433	-111,656	14,744
4	3,00	25,000	3,000	-94,433	-111,656	14,744
4	4,00	25,000	2,000	-94,433	-112,406	126,775
4	4,00	25,000	2,000	-94,433	-112,406	126,775
4	5,00	25,000	1,000	-94,433	-113,156	239,556
4	5,00	25,000	1,000	-94,433	-113,156	239,556
4	6,00	25,000	0,000	-94,433	-113,906	353,087

#### Combinación 4:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	0,00	0,000	0,000	-59,852	71,315	224,574
1	1,00	0,000	1,000	-59,852	71,355	153,239
1	1,00	0,000	1,000	-59,852	71,355	153,239
1	2,00	0,000	2,000	-59,852	71,395	81,864
1	2,00	0,000	2,000	-59,852	71,395	81,864
1	3,00	0,000	3,000	-59,852	71,435	10,449
1	3,00	0,000	3,000	-59,852	71,435	10,449
1	4,00	0,000	4,000	-59,852	71,475	-61,006
1	4,00	0,000	4,000	-59,852	71,475	-61,006
1	5,00	0,000	5,000	-59,852	71,515	-132,501
1	5,00	0,000	5,000	-59,852	71,515	-132,501

1	6,00	0,000	6,000	-59,852	71,555	-204,037
1	6,00	0,000	6,000	-78,175	-50,903	-204,037
2	1,05	1,042	6,125	-78,175	-46,118	-153,126
2	1,05	1,042	6,125	-78,180	-46,109	-153,126
2	2,10	2,083	6,250	-78,180	-41,328	-107,288
2	2,10	2,083	6,250	-78,175	-41,337	-107,288
2	3,15	3,125	6,375	-78,175	-36,551	-66,418
2	3,15	3,125	6,375	-78,175	-36,551	-66,418
2	4,20	4,167	6,500	-78,175	-31,766	-30,570
2	4,20	4,167	6,500	-78,179	-31,757	-30,570
2	5,25	5,208	6,625	-78,179	-26,976	0,220
2	5,25	5,208	6,625	-78,176	-26,984	0,220
2	6,29	6,250	6,750	-78,176	-22,199	26,028
2	6,29	6,250	6,750	-78,176	-22,199	26,028
2	7,34	7,292	6,875	-78,176	-17,413	46,814
2	7,34	7,292	6,875	-78,178	-17,404	46,814
2	8,39	8,333	7,000	-78,178	-12,623	62,556
2	8,39	8,333	7,000	-78,176	-12,632	62,556
2	9,44	9,375	7,125	-78,176	-7,847	73,302
2	9,44	9,375	7,125	-78,176	-7,847	73,302
2	10,49	10,417	7,250	-78,176	-3,061	79,025
2	10,49	10,417	7,250	-78,177	-3,052	79,025
2	11,54	11,458	7,375	-78,177	1,729	79,719
2	11,54	11,458	7,375	-78,177	1,720	79,719
2	12,59	12,500	7,500	-78,177	6,506	75,403
2	12,59	12,500	7,500	-77,497	-12,169	75,403
3	1,05	13,542	7,375	-77,497	-6,271	85,079
3	1,05	13,542	7,375	-77,497	-6,280	85,079
3	2,10	14,583	7,250	-77,497	-0,388	88,575
3	2,10	14,583	7,250	-77,497	-0,379	88,575
3	3,15	15,625	7,125	-77,497	5,519	85,877
3	3,15	15,625	7,125	-77,497	5,519	85,877

3	4,20	16,667	7,000	-77,497	11,417	76,990
3	4,20	16,667	7,000	-77,498	11,408	76,990
3	5,25	17,708	6,875	-77,498	17,301	61,940
3	5,25	17,708	6,875	-77,496	17,310	61,940
3	6,29	18,750	6,750	-77,496	23,208	40,679
3	6,29	18,750	6,750	-77,496	23,208	40,679
3	7,34	19,792	6,625	-77,496	29,106	13,228
3	7,34	19,792	6,625	-77,499	29,097	13,228
3	8,39	20,833	6,500	-77,499	34,989	-20,368
3	8,39	20,833	6,500	-77,495	34,998	-20,368
3	9,44	21,875	6,375	-77,495	40,896	-60,193
3	9,44	21,875	6,375	-77,495	40,896	-60,193
3	10,49	22,917	6,250	-77,495	46,794	-106,207
3	10,49	22,917	6,250	-77,501	46,785	-106,207
3	11,54	23,958	6,125	-77,501	52,678	-158,349
3	11,54	23,958	6,125	-77,495	52,687	-158,349
3	12,59	25,000	6,000	-77,495	58,585	-216,737
3	12,59	25,000	6,000	-67,398	-69,965	-216,737
4	1,00	25,000	5,000	-67,398	-69,925	-146,792
4	1,00	25,000	5,000	-67,398	-69,925	-146,792
4	2,00	25,000	4,000	-67,398	-69,885	-76,887
4	2,00	25,000	4,000	-67,398	-69,885	-76,887
4	3,00	25,000	3,000	-67,398	-69,845	-7,022
4	3,00	25,000	3,000	-67,398	-69,845	-7,022
4	4,00	25,000	2,000	-67,398	-69,805	62,803
4	4,00	25,000	2,000	-67,398	-69,805	62,803
4	5,00	25,000	1,000	-67,398	-69,765	132,588
4	5,00	25,000	1,000	-67,398	-69,765	132,588
4	6,00	25,000	0,000	-67,398	-69,725	202,333

#### Combinación 5:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
----------------	------------	-------------	-------------	--------	---------	----------

1	0,00	0,000	0,000	-64,500	40,738	133,026
1	1,00	0,000	1,000	-64,500	45,728	89,792
1	1,00	0,000	1,000	-64,500	45,728	89,792
1	2,00	0,000	2,000	-64,500	50,718	41,569
1	2,00	0,000	2,000	-64,500	50,718	41,569
1	3,00	0,000	3,000	-64,500	55,708	-11,644
1	3,00	0,000	3,000	-64,500	55,708	-11,644
1	4,00	0,000	4,000	-64,500	60,698	-69,848
1	4,00	0,000	4,000	-64,500	60,698	-69,848
1	5,00	0,000	5,000	-64,500	65,688	-133,041
1	5,00	0,000	5,000	-64,500	65,688	-133,041
1	6,00	0,000	6,000	-64,500	70,678	-201,225
1	6,00	0,000	6,000	-77,858	-55,622	-201,225
2	1,05	1,042	6,125	-77,858	-49,955	-145,825
2	1,05	1,042	6,125	-77,863	-49,946	-145,825
2	2,10	2,083	6,250	-77,863	-44,285	-96,425
2	2,10	2,083	6,250	-77,858	-44,293	-96,425
2	3,15	3,125	6,375	-77,858	-38,626	-52,914
2	3,15	3,125	6,375	-77,858	-38,626	-52,914
2	4,20	4,167	6,500	-77,858	-32,959	-15,351
2	4,20	4,167	6,500	-77,862	-32,950	-15,351
2	5,25	5,208	6,625	-77,862	-27,289	16,229
2	5,25	5,208	6,625	-77,859	-27,297	16,229
2	6,29	6,250	6,750	-77,859	-21,630	41,903
2	6,29	6,250	6,750	-77,859	-21,630	41,903
2	7,34	7,292	6,875	-77,859	-15,963	61,630
2	7,34	7,292	6,875	-77,861	-15,954	61,630
2	8,39	8,333	7,000	-77,861	-10,292	75,389
2	8,39	8,333	7,000	-77,860	-10,301	75,389
2	9,44	9,375	7,125	-77,860	-4,634	83,226
2	9,44	9,375	7,125	-77,860	-4,634	83,226
2	10,49	10,417	7,250	-77,860	1,033	85,116

2	10,49	10,417	7,250	-77,860	1,042	85,116
2	11,54	11,458	7,375	-77,860	6,704	81,056
2	11,54	11,458	7,375	-77,860	6,695	81,056
2	12,59	12,500	7,500	-77,860	12,362	71,056
2	12,59	12,500	7,500	-78,575	-6,404	71,056
3	1,05	13,542	7,375	-78,575	-1,703	75,310
3	1,05	13,542	7,375	-78,575	-1,712	75,310
3	2,10	14,583	7,250	-78,575	2,986	74,642
3	2,10	14,583	7,250	-78,574	2,994	74,642
3	3,15	15,625	7,125	-78,574	7,696	69,033
3	3,15	15,625	7,125	-78,574	7,696	69,033
3	4,20	16,667	7,000	-78,574	12,398	58,489
3	4,20	16,667	7,000	-78,576	12,389	58,489
3	5,25	17,708	6,875	-78,576	17,086	43,037
3	5,25	17,708	6,875	-78,574	17,095	43,037
3	6,29	18,750	6,750	-78,574	21,797	22,629
3	6,29	18,750	6,750	-78,574	21,797	22,629
3	7,34	19,792	6,625	-78,574	26,498	-2,713
3	7,34	19,792	6,625	-78,577	26,489	-2,713
3	8,39	20,833	6,500	-78,577	31,186	-32,948
3	8,39	20,833	6,500	-78,573	31,195	-32,948
3	9,44	21,875	6,375	-78,573	35,897	-68,154
3	9,44	21,875	6,375	-78,573	35,897	-68,154
3	10,49	22,917	6,250	-78,573	40,599	-108,294
3	10,49	22,917	6,250	-78,578	40,590	-108,294
3	11,54	23,958	6,125	-78,578	45,287	-153,314
3	11,54	23,958	6,125	-78,573	45,296	-153,314
3	12,59	25,000	6,000	-78,573	49,997	-203,317
3	12,59	25,000	6,000	-59,000	-72,058	-203,317
4	1,00	25,000	5,000	-59,000	-73,858	-130,359
4	1,00	25,000	5,000	-59,000	-73,858	-130,359
4	2,00	25,000	4,000	-59,000	-75,658	-55,600

4	2,00	25,000	4,000	-59,000	-75,658	-55,600
4	3,00	25,000	3,000	-59,000	-77,458	20,958
4	3,00	25,000	3,000	-59,000	-77,458	20,958
4	4,00	25,000	2,000	-59,000	-79,258	99,316
4	4,00	25,000	2,000	-59,000	-79,258	99,316
4	5,00	25,000	1,000	-59,000	-81,058	179,475
4	5,00	25,000	1,000	-59,000	-81,058	179,475
4	6,00	25,000	0,000	-59,000	-82,858	261,433

### Combinación 6:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	0,00	0,000	0,000	-1,263	11,779	47,035
1	1,00	0,000	1,000	-1,263	11,299	35,496
1	1,00	0,000	1,000	-1,263	11,299	35,496
1	2,00	0,000	2,000	-1,263	10,819	24,437
1	2,00	0,000	2,000	-1,263	10,819	24,437
1	3,00	0,000	3,000	-1,263	10,339	13,858
1	3,00	0,000	3,000	-1,263	10,339	13,858
1	4,00	0,000	4,000	-1,263	9,859	3,759
1	4,00	0,000	4,000	-1,263	9,859	3,759
1	5,00	0,000	5,000	-1,263	9,379	-5,860
1	5,00	0,000	5,000	-1,263	9,379	-5,860
1	6,00	0,000	6,000	-1,263	8,899	-14,999
1	6,00	0,000	6,000	-8,986	-0,194	-14,999
2	1,05	1,042	6,125	-8,986	-0,487	-14,642
2	1,05	1,042	6,125	-8,986	-0,486	-14,642
2	2,10	2,083	6,250	-8,986	-0,780	-13,978
2	2,10	2,083	6,250	-8,986	-0,781	-13,978
2	3,15	3,125	6,375	-8,986	-1,075	-13,004
2	3,15	3,125	6,375	-8,986	-1,075	-13,004
2	4,20	4,167	6,500	-8,986	-1,369	-11,722
2	4,20	4,167	6,500	-8,986	-1,368	-11,722

2	5,25	5,208	6,625	-8,986	-1,661	-10,134
2	5,25	5,208	6,625	-8,986	-1,662	-10,134
2	6,29	6,250	6,750	-8,986	-1,956	-8,235
2	6,29	6,250	6,750	-8,986	-1,956	-8,235
2	7,34	7,292	6,875	-8,986	-2,250	-6,028
2	7,34	7,292	6,875	-8,986	-2,249	-6,028
2	8,39	8,333	7,000	-8,986	-2,543	-3,516
2	8,39	8,333	7,000	-8,986	-2,544	-3,516
2	9,44	9,375	7,125	-8,986	-2,837	-0,692
2	9,44	9,375	7,125	-8,986	-2,837	-0,692
2	10,49	10,417	7,250	-8,986	-3,131	2,440
2	10,49	10,417	7,250	-8,986	-3,130	2,440
2	11,54	11,458	7,375	-8,986	-3,424	5,876
2	11,54	11,458	7,375	-8,986	-3,425	5,876
2	12,59	12,500	7,500	-8,986	-3,719	9,624
2	12,59	12,500	7,500	-7,851	-5,739	9,624
3	1,05	13,542	7,375	-7,851	-4,175	14,826
3	1,05	13,542	7,375	-7,851	-4,176	14,826
3	2,10	14,583	7,250	-7,851	-2,614	18,385
3	2,10	14,583	7,250	-7,851	-2,613	18,385
3	3,15	15,625	7,125	-7,851	-1,049	20,307
3	3,15	15,625	7,125	-7,851	-1,049	20,307
3	4,20	16,667	7,000	-7,851	0,515	20,587
3	4,20	16,667	7,000	-7,851	0,514	20,587
3	5,25	17,708	6,875	-7,851	2,076	19,229
3	5,25	17,708	6,875	-7,851	2,077	19,229
3	6,29	18,750	6,750	-7,851	3,641	16,229
3	6,29	18,750	6,750	-7,851	3,641	16,229
3	7,34	19,792	6,625	-7,851	5,204	11,588
3	7,34	19,792	6,625	-7,852	5,204	11,588
3	8,39	20,833	6,500	-7,852	6,766	5,313
3	8,39	20,833	6,500	-7,851	6,767	5,313



3	9,44	21,875	6,375	-7,851	8,330	-2,609
3	9,44	21,875	6,375	-7,851	8,330	-2,609
3	10,49	22,917	6,250	-7,851	9,894	-12,172
3	10,49	22,917	6,250	-7,852	9,893	-12,172
3	11,54	23,958	6,125	-7,852	11,455	-23,364
3	11,54	23,958	6,125	-7,851	11,456	-23,364
3	12,59	25,000	6,000	-7,851	13,020	-36,208
3	12,59	25,000	6,000	-13,862	-6,244	-36,208
4	1,00	25,000	5,000	-13,862	-6,724	-29,724
4	1,00	25,000	5,000	-13,862	-6,724	-29,724
4	2,00	25,000	4,000	-13,862	-7,204	-22,760
4	2,00	25,000	4,000	-13,862	-7,204	-22,760
4	3,00	25,000	3,000	-13,862	-7,684	-15,316
4	3,00	25,000	3,000	-13,862	-7,684	-15,316
4	4,00	25,000	2,000	-13,862	-8,164	-7,391
4	4,00	25,000	2,000	-13,862	-8,164	-7,391
4	5,00	25,000	1,000	-13,862	-8,644	1,013
4	5,00	25,000	1,000	-13,862	-8,644	1,013
4	6,00	25,000	0,000	-13,862	-9,124	9,897

### 3) SOLICITACIONES MÁS DESFAVORABLES

- El axil más desfavorable para pilares es **N= -123,002 kN**

Pertenece a la combinación 1 y se encuentra en la barra 1 (pilar izquierdo) aplicado en toda la barra.

- El axil más desfavorable para dinteles es **N= -123,124 kN**

Pertenece a la combinación 1 y se encuentra en la barra 3 (dintel derecho) aplicado en toda la barra.

- El cortante más desfavorable para pilares es **V= -116,625 kN**

Pertenece a la combinación 1 y se encuentra en la barra 1 (pilar izquierdo) aplicado en toda la barra.

- El cortante más desfavorable para dinteles es **V= -112,125 kN**

Pertenece a la combinación 1 y se encuentra en la barra 3 (dintel derecho) aplicado en toda la barra.

- El momento flector más desfavorable para pilares es **M= 357,236 kNm**

Pertenece a la combinación 1 y se encuentra en la barra 4 (pilar derecho) aplicado en toda la barra.

- El momento flector más desfavorable para dinteles es **M= -329,013 kNm**

Pertenece a la combinación 1 y se encuentra en la barra 2 (dintel izquierdo) aplicado en toda la barra.

Solicitación	Pilar (1)	Pilar (4)	Dintel (2)	Dintel (3)
<b>N (kN)</b>	-123,002			-123,124
<b>V (kN)</b>	-116,625			-112,125
<b>M (kNm)</b>		-357,236	-329,013	

#### 5.4 Cálculo de dinteles

Se escoge un perfil de tipo HEA 500 para realizar las comprobaciones oportunas. Este perfil pertenece a la clase 1.

$$W_z = 1059 \text{ mm}^3 \times 10^3$$

$$W_y = 3949 \text{ mm}^3 \times 10^3$$

$$I_z = 10370 \text{ mm}^4 \times 10^4$$

$$I_y = 86970 \text{ mm}^4 \times 10^4$$

$$A = 197,5 \text{ mm}^2 \times 10^2$$

$$A_v = 74,72 \text{ mm}^2 \times 10^2$$

$$\text{Peso} = 155 \text{ kg/m}$$

- Comprobación a compresión:

$$N_{C,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{197,5 \times 10^2 \text{ mm}^2 \times 275 \text{ N/mm}^2}{1,05} = 4.125.000 \text{ kN} > -123,124 \text{ kN}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a flexión:

$$\begin{aligned}
 M_{C,Rd} &= \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{MO}} \\
 &= \frac{3949 \times 10^3 \text{ mm}^3 \times 275 \text{ N/mm}^2}{1,05} \times 10^{-3} \text{ m/mm} \times 10^{-3} \text{ kN/N} \\
 &= 1.034,26 \text{ kNm} > -329,013 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a flexión + compresión:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{yEd}}{M_{yRd}} \leq 1$$

$$\frac{123,124}{4.125.000} + \frac{329,013}{1.034,26} = 0,318 < 1$$

**CUMPLE**

- Comprobación a cortante:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$V_{plRd} = \frac{A_v \times (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{MO}} = \frac{74,72 \times 10^2 \text{ mm}^2 \times 10^2 \times \left( \frac{275 \frac{N}{\text{mm}^2} \times 10^{-3} \text{ kN/N}}{\sqrt{3}} \right)}{1,05}$$

$$= 112.984,7 \text{ kN} > -112,125 \text{ kN}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a cortante + flexión + compresión:

$$V_{Ed} < 50/100 V_{pl,Rd}$$

$$\frac{50}{100} \times 112.984,7 = 56.492,35 > -112,125 \text{ kN}$$

**CUMPLE**

- Comprobación pandeo a compresión:

$$\eta_1 = \frac{k_{pilar}}{k_{pilar} + k_{dintel}}$$

$$k_{pilar} = \frac{I_y}{L} = \frac{86970 \times 10^4}{6000} = 144.950 \text{ mm}^3$$

$$k_{dintel} = \frac{1,5 \times 0,75 \times I_y}{\frac{L}{\cos \alpha}} = \frac{1,5 \times 0,75 \times 86970 \times 10^4}{\frac{25000}{\cos 6,84}} = 38.857,95 \text{ mm}^3$$

$$\eta_1 = \frac{k_{pilar}}{k_{pilar} + k_{dintel}} = \frac{144.950}{144.950 + 38.857,95} = 0,79$$

El pórtico es empotrado, por lo tanto:  $\eta_2 = 0$

Coefficiente  $\beta$  de pandeo:

$$\beta_y = 1,52$$

$$\beta_z = 1$$

$$\lambda_y = \frac{\beta \times Luz}{i_y} = \frac{1,52 \times 25000}{20,98 \times 10} = 181,12$$

$$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon = 93,9 \times \sqrt{\frac{235}{275}} = 86,8$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda}{\lambda_E} = \frac{181,12}{86,8} = 2,08$$

$$\lambda_z = \frac{\beta \times \text{Distancia entre correas de cubierta}}{i_z} = \frac{1 \times 2090}{7,24 \times 10} = 28,86$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda}{\lambda_E} = \frac{28,86}{86,8} = 0,33$$

$$h/b = 490/300 = 1,63$$

$$t_f = 23 \text{ mm}$$

Curvas de pandeo  $\rightarrow$  Eje y: a  $\rightarrow \chi_y = 0,21$

Eje z: b  $\rightarrow \chi_z = 0,82$

Se utiliza  $\chi_y$  por ser más restrictiva:

$$N_{Ed} = \frac{\chi \times A \times f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{0,21 \times 197,5 \times 10^2 \text{ mm}^2 \times 275 \times 10^{-3}}{1,05} = 1.086,25 > -123,124$$

- Comprobación pandeo lateral:

$$M_{bRd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}}$$

$K_c$ : factor de corrección según la distribución de momentos

$$C_1 = \frac{1}{(k_c)^2} = \frac{1}{0,91^2} = 1,20$$

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi E I_z}{L^2} \left( \frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} \right)^{1/2}$$

$$\begin{aligned} M_{cr} &= 1,20 \times \frac{\pi \times 210000 \times 10370 \times 10^4}{2090^2} \times \left( \frac{5643 \times 10^9}{10370 \times 10^4} \right. \\ &\quad \left. + \frac{2090^2 \times 81000 \times 309,3 \times 10^4}{\pi^2 \times 210000 \times 10370 \times 10^4} \right)^{\frac{1}{2}} = \\ &= 1,34 \times 10^9 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{3949 \times 10^3 \times 275}{1,34 \times 10^9}} = 0,90$$

$$h/b = 490/300 = 1,63$$

$$h/b < 2 \rightarrow \text{curva de pandeo: } a \rightarrow \chi_{LT} = 0,75$$

$$\begin{aligned} M_{bRd} &= \frac{0,75 \times 3949 \times 10^3 \times 275}{1,05} = 7,75 \times 10^8 \text{ N} = 7750 \times 10^2 \text{ kN} \\ &> 329,013 \text{ kN} \end{aligned}$$

**CUMPLE**

- Comprobación compresión + pandeo + flexión + pandeo lateral

$$\frac{N_{Ed}}{N_{bRd}} + \frac{C_{My}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{CR,y}}} \times \frac{M_{yEd}}{\chi_{LT} \frac{W_y \times f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$N_{CR,y} = \frac{A \times f_y}{(\lambda_y)^2} = \frac{197,5 \times 10^2 \times 275 \times 10^{-3}}{2,08^2} = 1.255,37$$

$$\frac{123,124}{1.086,25} + \frac{1}{1 - \frac{123,124}{1.255,37}} \times \frac{329,013}{7750 \times 10^2} = 0,11 < 1$$

**El perfil HEA 500 cumple todas las comprobaciones**

### 5.5 Cálculo de pilares

Solicitación	Pilar (1)	Pilar (4)	Dintel (2)	Dintel (3)
<b>N (kN)</b>	-123,002			-123,124
<b>V (kN)</b>	-116,625			-112,125
<b>M (kNm)</b>		-357,236	-329,013	

Se escoge un perfil de tipo HEA 500 para realizar las comprobaciones oportunas. Este perfil pertenece a la clase 1.

$$W_z = 1059 \text{ mm}^3 \times 10^3$$

$$W_y = 3949 \text{ mm}^3 \times 10^3$$

$$I_z = 10370 \text{ mm}^4 \times 10^4$$

$$I_y = 86970 \text{ mm}^4 \times 10^4$$

$$A = 197,5 \text{ mm}^2 \times 10^2$$

$$A_v = 74,72 \text{ mm}^2 \times 10^2$$

$$\text{Peso} = 155 \text{ kg/m}$$

- Comprobación a compresión:

$$N_{C,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{197,5 \times 10^2 \text{ mm}^2 \times 275 \text{ N/mm}^2 \times 10^{-3}}{1,05} = 5.172,62 \text{ kN} > -123,002 \text{ kN}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a flexión:

$$\begin{aligned} M_{C,Rd} &= \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{MO}} \\ &= \frac{3949 \times 10^3 \text{ mm}^3 \times 275 \text{ N/mm}^2}{1,05} \times 10^{-3} \text{ m/mm} \times 10^{-3} \text{ kN/N} \\ &= 1.034,26 \text{ kNm} > 357,236 \text{ kN} \end{aligned}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a flexión + compresión:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{yEd}}{M_{yRd}} \leq 1$$

$$\frac{123,002}{5.172,62} + \frac{357,236}{1.034,26} = 0,37 < 1$$

**CUMPLE**

- Comprobación a cortante:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$V_{plRd} = \frac{A_v \times (f_y / \sqrt{3})}{V_{MO}} = \frac{74,72 \times 10^2 \text{ mm}^2 \times (\frac{275 \text{ N/mm}^2 \times 10^{-3} \text{ kN/N}}{\sqrt{3}})}{1,05}$$

$$= 1.129,84 \text{ kN} > -116,625 \text{ kN}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a cortante + flexión + compresión:

$$V_{Ed} < 50/100 V_{pl,Rd}$$

$$\frac{50}{100} \times 1.129,84 = 564,92 > -116,625 \text{ kN}$$

**CUMPLE**

- Comprobación pandeo a compresión:

$$\eta_1 = \frac{k_{pilar}}{k_{pilar} + k_{dintel}}$$

$$k_{pilar} = \frac{I_y}{L} = \frac{86970 \times 10^4}{6000} = 144.950 \text{ mm}^3$$

$$k_{dintel} = \frac{1,5 \times 0,75 \times I_y}{\frac{L}{\cos \alpha}} = \frac{1,5 \times 0,75 \times 86970 \times 10^4}{\frac{25000}{\cos 6,84}} = 38.857,95 \text{ mm}^3$$

$$\eta_1 = \frac{k_{pilar}}{k_{pilar} + k_{dintel}} = \frac{144.950}{144.950 + 38.857,95} = 0,79$$

El pórtico es empotrado, por lo tanto:  $\eta_2 = 0$

Coeficiente  $\beta$  de pandeo:

$$\beta_y = 1,52$$

$$\beta_z = 1$$

$$\lambda_y = \frac{\beta \times \text{Distancia entre pórticos}}{i_y} = \frac{1,52 \times 5000}{20,98 \times 10} = 36,22$$

$$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon = 93,9 \times \sqrt{\frac{235}{275}} = 86,8$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda}{\lambda_E} = \frac{36,22}{86,8} = 0,41$$

$$\lambda_z = \frac{\beta \times \text{Distancia entre correas de fachada}}{i_z} = \frac{1 \times 1200}{7,24 \times 10} = 16,57$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda}{\lambda_E} = \frac{16,57}{86,8} = 0,19$$

$$h/b = 490/300 = 1,63$$

$$t_f = 23 \text{ mm}$$

Curvas de pandeo → Eje y: a →  $\chi_y = 0,96$

Eje z: b →  $\chi_z = 1$

Se utiliza  $X_y$  por ser más restrictiva:

$$N_{Ed} = \frac{\chi \times A \times f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{0,96 \times 197,5 \times 10^2 \text{ mm}^2 \times 275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 10^{-3} \frac{\text{kN}}{\text{N}}}{1,05} = 4.965,71 > 123,002$$

▪ Comprobación pandeo lateral:

$$M_{bRd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}}$$

$K_c$ : factor de corrección según la distribución de momentos

$$C_1 = \frac{1}{(k_c)^2} = \frac{1}{0,82^2} = 1,48$$



$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi E I_z}{L^2} \left( \frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} \right)^{1/2}$$

$$\begin{aligned} M_{cr} &= 1,48 \times \frac{\pi \times 210000 \times 10370 \times 10^4}{1200^2} \times \left( \frac{5643 \times 10^9}{10370 \times 10^4} \right. \\ &\quad \left. + \frac{1200^2 \times 81000 \times 309,3 \times 10^4}{\pi^2 \times 210000 \times 10370 \times 10^4} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,15 \times 10^{10} \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{3949 \times 10^3 \times 275}{1,15 \times 10^{10}}} = 0,30$$

$$h/b = 490/300 = 1,63$$

Perfil laminado en doble T:  $h/b \leq 2 \rightarrow$  curva de pandeo:  $\alpha \rightarrow \chi_{LT} = 0,98$

$$\begin{aligned} M_{bRd} &= \frac{0,98 \times 3949 \times 10^3 \times 275 \text{ N/mm}^2}{1,05} = 1,01 \times 10^9 \text{ N} \\ &= 1.010 \times 10^3 \text{ kN} > 357,236 \text{ kN} \end{aligned}$$

CUMPLE

- Comprobación compresión + pandeo + flexión + pandeo lateral

$$\frac{N_{Ed}}{N_{bRd}} + \frac{C_{My}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{CR,y}}} \times \frac{M_{yEd}}{\chi_{LT} \frac{W_y \times f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$N_{CR,y} = \frac{A \times f_y}{(\lambda_y)^2} = \frac{197,5 \times 10^2 \text{ mm}^2 \times 275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 10^{-3} \text{ kN/N}}{0,41^2} = 32.309,63$$

$$\frac{123,002}{4.965,71} + \frac{1}{1 - \frac{123,002}{32.309,63}} \times \frac{357,236}{1.010 \times 10^3} = 0,025 < 1$$

CUMPLE

**El perfil HEA 500 cumple todas las comprobaciones**

## 5.6 Comprobación desplomes y flechas

$\gamma_{CP}, \gamma_N, \gamma_V, \gamma_{SU} = 1$

$\psi_{0N} = 0,5$

$\psi_{0V} = 0,6$

$\psi_{0SU} = 0$

Con  $V_A$  y carga variable principal SU

$$1) 1 \times G + 1 \times SU + (0,5 \times 1 \times N + 0,6 \times 1 \times V_A)$$

Con  $V_B$  y carga variable principal SU

$$2) 1 \times G + 1 \times SU + (0,5 \times 1 \times N + 0,6 \times 1 \times V_B)$$

Con  $V_A$  y carga variable principal N

$$3) 1 \times G + 1 \times N + (0,6 \times 1 \times V_A + 0 \times 1 \times SU)$$

Con  $V_B$  y carga variable principal N

$$4) 1 \times G + 1 \times N + (0,6 \times 1 \times V_B + 0 \times 1 \times SU)$$

Con  $V_A$  como carga variable principal

$$5) 1 \times G + 1 \times V_A + (0,5 \times 1 \times N + 0 \times 1 \times SU)$$

Con  $V_B$  como carga variable principal

$$6) 1 \times G + 1 \times V_B$$

Cargas en las diferentes barras del pórtico, mayoradas:

Combinación	Barra	G (kN/m)	SU (kN/m)	N (kN/m)	$V_A$ (kN/m)	$V_B$ (kN/m)
1	1	0,60	0	0	1,67	-
1	2	2,2	2	1,68	-0,036	-
1	3	2,2	2	1,68	-0,40	-
1	4	0,60	0	0	-1,04	-
2	1	0,60	0	0	-	-0,51
2	2	2,2	2	1,68	-	-2,31
2	3	2,2	2	1,68	-	-1,6
2	4	0,60	0	0	-	-0,51
3	1	0,60	0	0	1,67	-
3	2	2,2	0	3,37	-0,036	-
3	3	2,2	0	3,37	-0,40	-
3	4	0,60	0	0	-1,04	-
4	1	0,60	0	0	-	-0,51
4	2	2,2	0	3,37	-	-2,31
4	3	2,2	0	3,37	-	-1,6
4	4	0,60	0	0	-	-0,51

5	1	0,60	0	0	2,79	-
5	2	2,2	0	1,68	-0,061	-
5	3	2,2	0	1,68	-0,678	-
5	4	0,60	0	0	-1,74	-
6	1	0,60	0	0	-	-0,86
6	2	2,2	0	0	-	-3,85
6	3	2,2	0	0	-	-2,66
6	4	0,60	0	0	-	-0,86

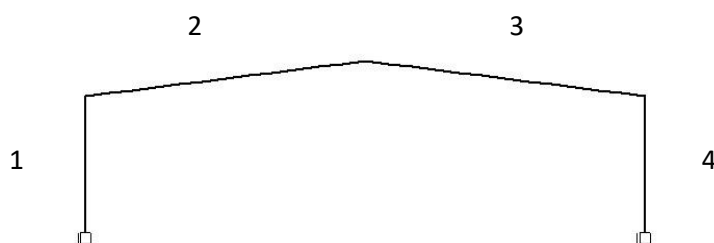


Ilustración 3: numeración de las barras del pórtico

### 5.7 Solicitaciones en cada barra para cada combinación

Combinación 1:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	-0,355	-0,018	0,657
1	2,00	0,000	2,000	-1,206	-0,036	0,987
1	3,00	0,000	3,000	-2,217	-0,055	0,977
1	4,00	0,000	4,000	-3,041	-0,073	0,612
1	5,00	0,000	5,000	-3,318	-0,091	-0,119
1	6,00	0,000	6,000	-2,676	-0,109	-1,230
2	1,05	1,042	6,125	-2,465	-2,039	-2,405
2	2,10	2,083	6,250	-2,129	-4,998	-3,217
2	3,15	3,125	6,375	-1,713	-8,634	-3,706

2	4,20	4,167	6,500	-1,254	-12,627	-3,909
2	5,25	5,208	6,625	-0,784	-16,695	-3,865
2	6,29	6,250	6,750	-0,334	-20,610	-3,612
2	7,34	7,292	6,875	0,074	-24,168	-3,189
2	8,39	8,333	7,000	0,421	-27,211	-2,635
2	9,44	9,375	7,125	0,692	-29,627	-1,986
2	10,49	10,417	7,250	0,878	-31,336	-1,283
2	11,54	11,458	7,375	0,976	-32,300	-0,565
2	12,59	12,500	7,500	0,985	-32,524	0,133
3	1,05	13,542	7,375	1,026	-32,027	0,821
3	2,10	14,583	7,250	1,154	-30,808	1,515
3	3,15	15,625	7,125	1,367	-28,876	2,180
3	4,20	16,667	7,000	1,659	-26,283	2,779
3	5,25	17,708	6,875	2,019	-23,119	3,276
3	6,29	18,750	6,750	2,434	-19,502	3,635
3	7,34	19,792	6,625	2,882	-15,599	3,820
3	8,39	20,833	6,500	3,341	-11,613	3,795
3	9,44	21,875	6,375	3,782	-7,774	3,524
3	10,49	22,917	6,250	4,171	-4,362	2,971
3	11,54	23,958	6,125	4,471	-1,691	2,100
3	12,59	25,000	6,000	4,640	-0,107	0,874
4	1,00	25,000	5,000	4,906	-0,089	-0,276
4	2,00	25,000	4,000	4,221	-0,071	-1,028
4	3,00	25,000	3,000	2,984	-0,053	-1,379
4	4,00	25,000	2,000	1,598	-0,036	-1,326
4	5,00	25,000	1,000	0,468	-0,018	-0,867
4	6,00	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000

#### Combinación 2:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	-0,159	-0,006	0,297

1	2,00	0,000	2,000	-0,549	-0,011	0,459
1	3,00	0,000	3,000	-1,033	-0,017	0,487
1	4,00	0,000	4,000	-1,478	-0,022	0,380
1	5,00	0,000	5,000	-1,747	-0,028	0,136
1	6,00	0,000	6,000	-1,705	-0,033	-0,243
2	1,05	1,042	6,125	-1,654	-0,512	-0,654
2	2,10	2,083	6,250	-1,559	-1,359	-0,955
2	3,15	3,125	6,375	-1,433	-2,467	-1,156
2	4,20	4,167	6,500	-1,287	-3,737	-1,266
2	5,25	5,208	6,625	-1,132	-5,079	-1,298
2	6,29	6,250	6,750	-0,978	-6,418	-1,260
2	7,34	7,292	6,875	-0,832	-7,685	-1,162
2	8,39	8,333	7,000	-0,701	-8,824	-1,016
2	9,44	9,375	7,125	-0,591	-9,790	-0,831
2	10,49	10,417	7,250	-0,506	-10,547	-0,618
2	11,54	11,458	7,375	-0,448	-11,071	-0,386
2	12,59	12,500	7,500	-0,420	-11,350	-0,146
3	1,05	13,542	7,375	-0,429	-11,372	0,106
3	2,10	14,583	7,250	-0,404	-11,123	0,371
3	3,15	15,625	7,125	-0,347	-10,597	0,636
3	4,20	16,667	7,000	-0,258	-9,803	0,884
3	5,25	17,708	6,875	-0,139	-8,766	1,100
3	6,29	18,750	6,750	0,003	-7,525	1,271
3	7,34	19,792	6,625	0,164	-6,137	1,380
3	8,39	20,833	6,500	0,333	-4,675	1,413
3	9,44	21,875	6,375	0,500	-3,223	1,356
3	10,49	22,917	6,250	0,654	-1,885	1,192
3	11,54	23,958	6,125	0,780	-0,781	0,908
3	12,59	25,000	6,000	0,862	-0,041	0,487
4	1,00	25,000	5,000	1,136	-0,034	0,082
4	2,00	25,000	4,000	1,070	-0,027	-0,192
4	3,00	25,000	3,000	0,795	-0,020	-0,337

4	4,00	25,000	2,000	0,439	-0,014	-0,353
4	5,00	25,000	1,000	0,131	-0,007	-0,241
4	6,00	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000

### Combinación 3:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	-0,357	-0,018	0,660
1	2,00	0,000	2,000	-1,211	-0,037	0,991
1	3,00	0,000	3,000	-2,226	-0,055	0,981
1	4,00	0,000	4,000	-3,054	-0,073	0,615
1	5,00	0,000	5,000	-3,333	-0,091	-0,119
1	6,00	0,000	6,000	-2,689	-0,110	-1,234
2	1,05	1,042	6,125	-2,477	-2,046	-2,413
2	2,10	2,083	6,250	-2,141	-5,014	-3,228
2	3,15	3,125	6,375	-1,723	-8,663	-3,719
2	4,20	4,167	6,500	-1,262	-12,670	-3,923
2	5,25	5,208	6,625	-0,791	-16,753	-3,879
2	6,29	6,250	6,750	-0,339	-20,681	-3,625
2	7,34	7,292	6,875	0,070	-24,253	-3,200
2	8,39	8,333	7,000	0,418	-27,307	-2,644
2	9,44	9,375	7,125	0,691	-29,732	-1,994
2	10,49	10,417	7,250	0,878	-31,447	-1,288
2	11,54	11,458	7,375	0,976	-32,415	-0,567
2	12,59	12,500	7,500	0,985	-32,640	0,133
3	1,05	13,542	7,375	1,026	-32,142	0,823
3	2,10	14,583	7,250	1,154	-30,919	1,520
3	3,15	15,625	7,125	1,368	-28,980	2,187
3	4,20	16,667	7,000	1,661	-26,378	2,789
3	5,25	17,708	6,875	2,023	-23,203	3,287
3	6,29	18,750	6,750	2,439	-19,574	3,648
3	7,34	19,792	6,625	2,889	-15,657	3,834

3	8,39	20,833	6,500	3,349	-11,656	3,809
3	9,44	21,875	6,375	3,791	-7,804	3,537
3	10,49	22,917	6,250	4,182	-4,379	2,982
3	11,54	23,958	6,125	4,483	-1,698	2,108
3	12,59	25,000	6,000	4,653	-0,107	0,878
4	1,00	25,000	5,000	4,921	-0,089	-0,276
4	2,00	25,000	4,000	4,234	-0,072	-1,031
4	3,00	25,000	3,000	2,994	-0,054	-1,383
4	4,00	25,000	2,000	1,603	-0,036	-1,330
4	5,00	25,000	1,000	0,469	-0,018	-0,870
4	6,00	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000

#### Combinación 4:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	-0,286	-0,011	0,530
1	2,00	0,000	2,000	-0,977	-0,022	0,811
1	3,00	0,000	3,000	-1,825	-0,033	0,843
1	4,00	0,000	4,000	-2,580	-0,044	0,625
1	5,00	0,000	5,000	-2,992	-0,055	0,156
1	6,00	0,000	6,000	-2,809	-0,066	-0,563
2	1,05	1,042	6,125	-2,701	-1,076	-1,334
2	2,10	2,083	6,250	-2,510	-2,771	-1,887
2	3,15	3,125	6,375	-2,262	-4,941	-2,244
2	4,20	4,167	6,500	-1,980	-7,390	-2,426
2	5,25	5,208	6,625	-1,685	-9,944	-2,454
2	6,29	6,250	6,750	-1,395	-12,459	-2,350
2	7,34	7,292	6,875	-1,125	-14,806	-2,136
2	8,39	8,333	7,000	-0,888	-16,879	-1,832
2	9,44	9,375	7,125	-0,693	-18,600	-1,459
2	10,49	10,417	7,250	-0,547	-19,906	-1,040
2	11,54	11,458	7,375	-0,455	-20,760	-0,595

2	12,59	12,500	7,500	-0,420	-21,147	-0,146
3	1,05	13,542	7,375	-0,420	-21,060	0,315
3	2,10	14,583	7,250	-0,362	-20,482	0,793
3	3,15	15,625	7,125	-0,244	-19,407	1,264
3	4,20	16,667	7,000	-0,070	-17,858	1,699
3	5,25	17,708	6,875	0,155	-15,887	2,074
3	6,29	18,750	6,750	0,422	-13,566	2,362
3	7,34	19,792	6,625	0,717	-11,002	2,537
3	8,39	20,833	6,500	1,026	-8,328	2,573
3	9,44	21,875	6,375	1,329	-5,697	2,444
3	10,49	22,917	6,250	1,605	-3,298	2,124
3	11,54	23,958	6,125	1,826	-1,344	1,588
3	12,59	25,000	6,000	1,966	-0,073	0,807
4	1,00	25,000	5,000	2,381	-0,061	0,063
4	2,00	25,000	4,000	2,173	-0,049	-0,438
4	3,00	25,000	3,000	1,587	-0,036	-0,693
4	4,00	25,000	2,000	0,867	-0,024	-0,705
4	5,00	25,000	1,000	0,257	-0,012	-0,474
4	6,00	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000

#### Combinación 5:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	-0,154	-0,012	0,285
1	2,00	0,000	2,000	-0,520	-0,023	0,420
1	3,00	0,000	3,000	-0,937	-0,035	0,384
1	4,00	0,000	4,000	-1,225	-0,046	0,159
1	5,00	0,000	5,000	-1,185	-0,058	-0,276
1	6,00	0,000	6,000	-0,598	-0,069	-0,939
2	1,05	1,042	6,125	-0,447	-1,434	-1,638
2	2,10	2,083	6,250	-0,223	-3,405	-2,109
2	3,15	3,125	6,375	0,047	-5,760	-2,377



2	4,20	4,167	6,500	0,339	-8,299	-2,466
2	5,25	5,208	6,625	0,633	-10,847	-2,402
2	6,29	6,250	6,750	0,911	-13,261	-2,210
2	7,34	7,292	6,875	1,158	-15,420	-1,915
2	8,39	8,333	7,000	1,363	-17,227	-1,543
2	9,44	9,375	7,125	1,518	-18,618	-1,117
2	10,49	10,417	7,250	1,618	-19,548	-0,664
2	11,54	11,458	7,375	1,661	-20,003	-0,209
2	12,59	12,500	7,500	1,649	-19,994	0,223
3	1,05	13,542	7,375	1,691	-19,543	0,641
3	2,10	14,583	7,250	1,786	-18,658	1,055
3	3,15	15,625	7,125	1,931	-17,352	1,443
3	4,20	16,667	7,000	2,121	-15,663	1,786
3	5,25	17,708	6,875	2,350	-13,653	2,061
3	6,29	18,750	6,750	2,608	-11,397	2,248
3	7,34	19,792	6,625	2,883	-9,002	2,326
3	8,39	20,833	6,500	3,160	-6,594	2,274
3	9,44	21,875	6,375	3,421	-4,315	2,070
3	10,49	22,917	6,250	3,645	-2,336	1,694
3	11,54	23,958	6,125	3,810	-0,850	1,125
3	12,59	25,000	6,000	3,892	-0,065	0,341
4	1,00	25,000	5,000	3,847	-0,054	-0,388
4	2,00	25,000	4,000	3,203	-0,043	-0,856
4	3,00	25,000	3,000	2,223	-0,032	-1,058
4	4,00	25,000	2,000	1,178	-0,022	-0,987
4	5,00	25,000	1,000	0,342	-0,011	-0,637
4	6,00	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000

#### Combinación 6:

Fila de Barras	xLocal [m]	XGlobal [m]	ZGlobal [m]	ux [mm]	uz [mm]	Giro [rad/1000]
1	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	1,00	0,000	1,000	0,047	0,004	-0,085

1	2,00	0,000	2,000	0,151	0,009	-0,112
1	3,00	0,000	3,000	0,251	0,013	-0,079
1	4,00	0,000	4,000	0,287	0,017	0,016
1	5,00	0,000	5,000	0,198	0,021	0,173
1	6,00	0,000	6,000	-0,080	0,026	0,395
2	1,05	1,042	6,125	-0,140	0,560	0,614
2	2,10	2,083	6,250	-0,223	1,276	0,748
2	3,15	3,125	6,375	-0,317	2,092	0,806
2	4,20	4,167	6,500	-0,414	2,934	0,799
2	5,25	5,208	6,625	-0,507	3,739	0,739
2	6,29	6,250	6,750	-0,589	4,460	0,637
2	7,34	7,292	6,875	-0,657	5,058	0,504
2	8,39	8,333	7,000	-0,706	5,504	0,350
2	9,44	9,375	7,125	-0,735	5,785	0,188
2	10,49	10,417	7,250	-0,744	5,897	0,027
2	11,54	11,458	7,375	-0,734	5,847	-0,121
2	12,59	12,500	7,500	-0,706	5,654	-0,245
3	1,05	13,542	7,375	-0,739	5,343	-0,348
3	2,10	14,583	7,250	-0,784	4,931	-0,439
3	3,15	15,625	7,125	-0,840	4,432	-0,515
3	4,20	16,667	7,000	-0,903	3,863	-0,572
3	5,25	17,708	6,875	-0,973	3,246	-0,608
3	6,29	18,750	6,750	-1,046	2,605	-0,619
3	7,34	19,792	6,625	-1,118	1,966	-0,601
3	8,39	20,833	6,500	-1,187	1,362	-0,553
3	9,44	21,875	6,375	-1,247	0,825	-0,470
3	10,49	22,917	6,250	-1,295	0,394	-0,350
3	11,54	23,958	6,125	-1,326	0,109	-0,190
3	12,59	25,000	6,000	-1,333	0,014	0,015
4	1,00	25,000	5,000	-1,222	0,011	0,194
4	2,00	25,000	4,000	-0,970	0,009	0,298
4	3,00	25,000	3,000	-0,650	0,007	0,330

4	4,00	25,000	2,000	-0,335	0,005	0,289
4	5,00	25,000	1,000	-0,095	0,002	0,179
4	6,00	25,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Los mayores desplazamientos se dan en la combinación 3, en el pilar derecho y en el dintel izquierdo.

$$U_{x\max} = 4,921 \text{ mm}$$

$$U_{z\max} = -32,640 \text{ mm}$$

#### Deformaciones verticales. Flechas verticales

$$f_{\max} = \frac{L}{300} = \frac{25000 \text{ mm}}{300} = 83,3 \text{ mm} > 32,640 \text{ mm}$$

**CUMPLE**

#### Confort usuarios

La flecha relativa tiene que ser menor que L/350:

$$f_{\max} = \frac{L}{350} = \frac{25000 \text{ mm}}{350} = 71,42 \text{ mm} > 32,640 \text{ mm}$$

**CUMPLE**

#### Deformaciones horizontales. Desplomes

-Integridad de los elementos constructivos:

El desplome máximo permitido es 1/500 la altura de la construcción:

$$\frac{7500}{500} = 15 \text{ mm} > 4,921 \text{ mm}$$

**CUMPLE**

-Apariencia de la obra:

El desplome relativo permitido es 1/250 la altura de la construcción:

$$\frac{7500}{250} = 30 \text{ mm} > 4,921 \text{ mm}$$

**CUMPLE**

**El perfil elegido para los dinteles es el HEA 500 (S275JR) con un peso 155 kg/m.  
El perfil elegido para los pilares es el HEA 500 (S275JR) con un peso de 155 kg/m.**

## 6. Cálculo de pilares intermedios

Para reforzar la fachada, se van a emplear 4 pilares intermedios en los pórticos de los extremos, dispuestos de la siguiente manera:

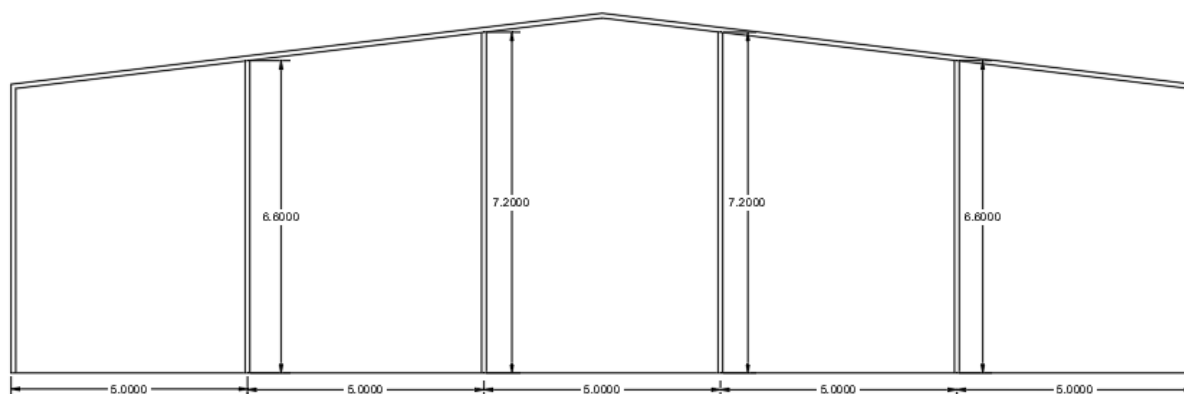


Ilustración 4: pórtico con pilares intermedios

Las acciones que influyen en los pilares intermedios son el peso de la cubierta, el falso techo, la nieve, la sobrecarga de uso, las correas y el viento perpendicular a los pilares.

-Carga permanente:  $G = \text{peso cubierta} + \text{falso techo} + \text{correas} = 35 \text{ kg/m} + 30 \text{ kg/m} + 13,4 \text{ kg/m} = 78,4 \text{ kg/m} = 0,784 \text{ kN/m}$

-Sobrecarga de uso:  $SU = 2 \text{ kN/m}$

-Sobrecarga de nieve:  $N = 3,37 \text{ kN/m}$

-Viento perpendicular a los pilares:  $-0,174 \text{ kN/m}^2 \times 5 \text{ m} = -0,87 \text{ kN/m}$

Con el software PIEM, utilizado anteriormente, se han calculado los esfuerzos máximos, en primer lugar, para los pilares de 6,60 m:

Mmax (kNm)	Nmax (kNm)	Vmax (kNm)
99,351	46,114	42,977

Se escoge un perfil de tipo HEA 240 para realizar las comprobaciones oportunas. Este perfil pertenece a la clase 1.

$$W_z = 351,7 \text{ mm}^3 \times 10^3$$

$$W_y = 744,6 \text{ mm}^3 \times 10^3$$

$$I_z = 2769 \text{ mm}^4 \times 10^4$$

$$I_y = 7763 \text{ mm}^4 \times 10^4$$

$$A = 76,8 \text{ mm}^2 \times 10^2$$

$$A_v = 25,18 \text{ mm}^2 \times 10^2$$

$$\text{Peso} = 60,3 \text{ kg/m}$$

- Comprobación a compresión:

$$N_{C,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{76,8 \times 10^2 \text{ mm}^2 \times 275 \text{ N/mm}^2 \times 10^{-3}}{1,05} = 2.011,43 \text{ kN} > 46,114 \text{ kN}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a flexión:

$$\begin{aligned} M_{C,Rd} &= \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{MO}} \\ &= \frac{744.6 \times 10^3 \text{ mm}^3 \times 275 \text{ N/mm}^2}{1,05} \times 10^{-3} \text{ m/mm} \times 10^{-3} \text{ kN/N} = 195 \text{ kNm} \\ &> 99,351 \text{ kN} \end{aligned}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a flexión + compresión:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{yEd}}{M_{yRd}} &\leq 1 \\ \frac{49,977}{2.011,43} + \frac{99,351}{195} &= 0,53 < 1 \end{aligned}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a cortante:

$$\begin{aligned} V_{Ed} &\leq V_{c,Rd} \\ V_{plRd} &= \frac{A_v \times (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{MO}} = \frac{25,18 \times 10^2 \text{ mm}^2 \times (\frac{275 \text{ N/mm}^2 \times 10^{-3} \text{ kN/N}}{\sqrt{3}})}{1,05} \\ &= 380,74 \text{ kN} > 42,977 \text{ kN} \end{aligned}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a cortante + flexión + compresión:

$$\begin{aligned} V_{Ed} &< 50/100 V_{pl,Rd} \\ \frac{50}{100} \times 380,74 &= 190,37 > 42,977 \text{ kN} \end{aligned}$$

**CUMPLE**

**El perfil HEA 240 cumple todas las comprobaciones**

Para los pilares de 7,20 m de altura, se procede a realizar los mismos cálculos:

Mmax (kNm)	Nmax (kNm)	Vmax (kNm)
10,906	15,375	15,297

Se escoge un perfil de tipo HEA 240 para realizar las comprobaciones oportunas. Este perfil pertenece a la clase 1.

$$W_z = 351,7 \text{ mm}^3 \times 10^3$$

$$W_y = 744,6 \text{ mm}^3 \times 10^3$$

$$I_z = 2769 \text{ mm}^4 \times 10^4$$

$$I_y = 7763 \text{ mm}^4 \times 10^4$$

$$A = 76,8 \text{ mm}^2 \times 10^2$$

$$A_v = 25,18 \text{ mm}^2 \times 10^2$$

$$\text{Peso} = 60,3 \text{ kg/m}$$

- Comprobación a compresión:

$$N_{C,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{76,8 \times 10^2 \text{ mm}^2 \times 275 \text{ N/mm}^2 \times 10^{-3}}{1,05} = 2.011,43 \text{ kN} > 15,375 \text{ kN}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a flexión:

$$\begin{aligned} M_{C,Rd} &= \frac{W_{pl} \times f_y}{\gamma_{MO}} \\ &= \frac{744,6 \times 10^3 \text{ mm}^3 \times 275 \text{ N/mm}^2}{1,05} \times 10^{-3} \text{ m/mm} \times 10^{-3} \text{ kN/N} = 195 \text{ kNm} \\ &> 10,906 \text{ kN} \end{aligned}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a flexión + compresión:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{yEd}}{M_{yRd}} \leq 1$$

$$\frac{15,375}{2.011,43} + \frac{10,906}{195} = 0,063 < 1$$

**CUMPLE**

- Comprobación a cortante:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \times (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{MO}} = \frac{25,18 \times 10^2 \text{ mm}^2 \times (\frac{275 \text{ N/mm}^2 \times 10^{-3} \text{ kN/N}}{\sqrt{3}})}{1,05}$$

$$= 380,74 \text{ kN} > 15,297 \text{ kN}$$

**CUMPLE**

- Comprobación a cortante + flexión + compresión:

$$V_{Ed} < 50/100 V_{pl,Rd}$$

$$\frac{50}{100} \times 380,74 = 190,37 > 15,297 \text{ kN}$$

**CUMPLE**

**El perfil HEA 240 cumple todas las comprobaciones**

**El perfil elegido para los pilares de 6,6 m de altura es el HEA 240 (S275JR) con un peso 60,3 kg/m.**

**El perfil elegido para los pilares de 7,20 m de altura es el HEA 240 (S275JR) con un peso de 60,3 kg/m.**

A continuación, se procede a calcular el peso total de acero necesario para los pilares intermedios:

Pilares de 6,60 m:

4 pilares x 6,6 m = 26,40 m

Peso = 60,3 kg/m x 26,40 m = **1.591,92 kg**

Pilares de 7,20 m:

4 pilares x 7,20 m = 28,8 m

Peso = 60,3 kg/m x 28,8 m = **1.736,64 kg**

## **7. Cálculo de la cimentación**

### **7.1 Cimentación para pilares extremos**

A continuación, se procede a calcular la placa de anclaje que une el pilar con la cimentación.

El acero utilizado es el B 400S, cuyo límite elástico es 400 MPa.

El hormigón utilizado es el HA25, cuyo límite elástico es 25 MPa.

Los coeficientes de seguridad utilizados en las acciones son 1,5 para acciones permanentes y 1,6 para acciones variables.

El coeficiente de seguridad para el acero es de 1,15 y para el hormigón 1,5.

La normativa utilizada para el cálculo es el DB-SE-AE documento básico de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación, EHE Instrucción del hormigón estructural y EAE Normativa para el acero.

### 7.1.1 Modelo resistente

Las zapatas de cimentación tienen 1,25 metros de profundidad, y unas dimensiones de 5 m x 3 m.

Se va a considerar la combinación de acciones que proporcione mayores momentos.

Para ello, se utilizan las combinaciones sin mayorar:

Combinación	Apoyo	N (kN)	V (kN)	M (kNm)
1	1	-72,389	67,696	211,038
	2	-70,216	-84,502	262,222
2	1	-47,063	56,029	176,415
	2	-52,117	-54,964	161,518
3	1	-68,486	63,318	197,773
	2	-66,313	-80,124	248,956
4	1	-43,146	51,496	162,277
	2	-48,228	-51,511	150,273
5	1	-46,075	30,803	100,474
	2	-42,383	-58,909	186,210
6	1	17,226	-12,137	-28,376
	2	8,755	13,922	-53,344

La combinación 1 es la más desfavorable, y los momentos máximos que se van a utilizar son los siguientes:

$N = -72,389 \text{ kN}$

$V = -84,502 \text{ kN}$

$M = 262,222 \text{ kNm}$

Excentricidad: Para los cálculos se elige una zapata de dimensiones:  $a = 5 \text{ m}$ ,  $b = 3 \text{ m}$ ,  $h = 1,25 \text{ m}$ .

Peso =  $5 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 468,75 \text{ kN}$

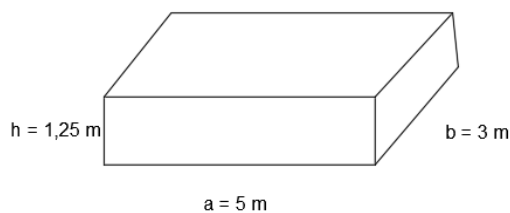
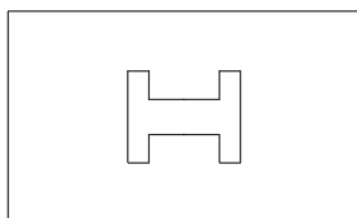


Ilustración 5 y 6: Zapata



### 1) Comprobación a hundimiento

Para ello se debe cumplir la equivalencia de sumatorio de fuerzas en x y en y, y sumatorio de momentos.

$$e = \frac{M + V \times h}{N + P} = \frac{262,222 \text{ kNm} + 84,502 \text{ kN} \times 1,25 \text{ m}}{72,389 \text{ kN} + 468,75 \text{ kN}} = 0,68$$

$$\frac{a}{6} = \frac{5}{6} = 0,68 < 0,93$$

$$e > \frac{a}{6}$$

$$\frac{1}{3} \times d = \frac{a}{2} - e \rightarrow d = \left(\frac{5}{2} - 0,68\right) \times 3 = 5,46$$

$$N + P = \frac{1}{2} \times d \times \sigma \times b \rightarrow \sigma = \frac{(72,389 + 468,75) \times 2}{5,46 \times 3} = 66,07 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$66,07 \text{ kN/m}^2 \times 1000 \text{ N/kN} \times 10^{-6} \text{ MPa/Pa} = 0,066 \text{ MPa}$$

$$0,2 \text{ MPa} > 0,066 \text{ MPa} \text{ CUMPLE}$$

### 2) Comprobación a vuelco

$$(N + P) \times \frac{a}{2} \geq 2 \times (M + V \times h)$$

$$(72,389 \text{ kN} + 468,75 \text{ kN}) \times \frac{5 \text{ m}}{2} \geq 2 \times (262,222 \text{ kNm} + 84,502 \text{ kN} \times 1,25 \text{ m})$$

$$1352,84 \text{ kNm} > 735,7 \text{ kNm} \text{ CUMPLE}$$

### 3) Comprobación a deslizamiento

$$(N + P) \times \tan \frac{2}{3} \varphi + c (a \times b) \geq 1,5 \times V$$

Siendo C: coeficiente de cohesión (despreciable)

$\varphi$ : ángulo de rozamiento interno del suelo: 25º

$$(72,389 + 468,75) \times \tan \frac{2}{3} 25 + (5 \times 3) \geq 1,5 \times 84,502$$

$$172,42 \text{ kN} > 126,75 \text{ kN} \text{ CUMPLE}$$

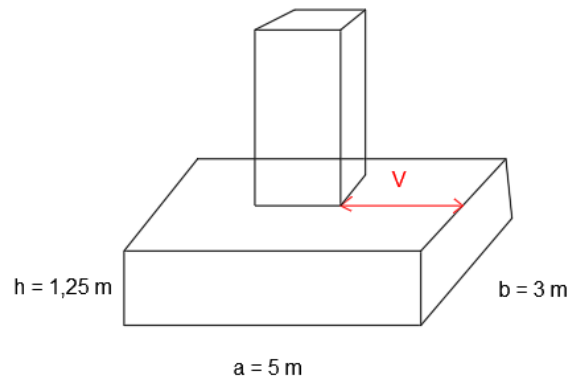
## 7.1.2 Armado

Primero se elige el tipo de zapata. Hay zapatas de dos tipos:

-Rígidas:  $h > V/2$

-Flexibles:  $h < V/2$

Donde: V es la distancia del borde del pilar al borde de la zapata



$$V = \frac{a}{2} - \frac{\text{anchura pilar}}{2} = \frac{5 \text{ m}}{2} - \frac{0,3 \text{ m}}{2} = 2,35$$

$$\frac{2,35 \text{ m}}{2} = 1,17 \text{ m} < 1,25 \text{ m}$$

Por lo tanto, la zapata es rígida.

**1<sup>er</sup> criterio:**

Para un modelo de zapata rígida se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\eta = \frac{M_d}{N_d \times a} = \frac{e''}{a}$$

$$x_1 = a \times \frac{1 + 4 \eta}{4 + 12 \eta}$$

$$R_{1d} = \frac{N_d}{2} \times (1 + 3 \eta)$$

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0,85 d} \times (x_1 - 0,25 a) \leq A_s \times f_{yd} = U_s$$

Donde:

$N_d$ = axil mayorado

$M_d$ = momento mayorado

$f_{yd}$ = límite elástico de cálculo del acero

$A$ = límite elástico de cálculo del acero

$U_s$ = capacidad mecánica de la armadura

$d$ = canto útil (canto total-recubrimiento)

Se va a colocar una capa de hormigón de limpieza de 10 cm, por lo tanto, el recubrimiento será de 3 cm.

Acciones mayoradas:

$$N = -72,389 \text{ kN} \times 1,6 = 115,82 \text{ kN}$$

$$M = 262,222 \text{ kNm} \times 1,6 = 419,55 \text{ kNm}$$

$$\eta = \frac{419,55}{115,82 \times 5} = 0,72$$

$$x_1 = 5 \times \frac{1 + 4 \times 0,72}{4 + 12 \times 0,72} = 1,53$$

$$R_{1d} = \frac{115,82}{2} \times (1 + 3 \times 0,72) = 183$$

Suponiendo un diámetro de 25 mm:

$$d = (h - \text{recubrimiento}) - (\text{diámetro}/2) = 1250 \text{ mm} - 300 \text{ mm} - (25 \text{ mm}/2) = 937,5 \text{ mm}$$

$$T_d = \frac{183}{0,85 \times 0,937 \text{ m}} \times (1,53 \text{ m} - 0,25 \text{ m} \times 5 \text{ m}) \leq A_s \times f_{yd} = U_s$$

$$64,33 \text{ kN} \rightarrow 4 \text{ } \phi 8 \text{ mm}$$

**CAPACIDAD MECANICA (kN)**  
 $U = A \cdot f_{yd}$

**ACERO: B 400 S**

$f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$  (Mpa)  
 $\gamma_s = 1,15$

Diámetro Ø(mm)	Nº de Barras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	9,8	19,7	29,5	39,3	49,2	59,0	68,8	78,7	88,5	98,3
8	17,5	35,0	52,5	69,9	87,4	104,9	122,4	139,9	157,4	174,8
10	27,3	54,6	82,0	109,3	136,6	163,9	191,2	218,5	245,9	273,2
12	39,3	78,7	118,0	157,4	196,7	236,0	275,4	314,7	354,0	393,4
14	53,5	107,1	160,6	214,2	267,7	321,3	374,8	428,4	481,9	535,4
16	69,9	139,9	209,8	279,7	349,7	419,6	489,5	559,5	629,4	699,3
20	109,3	218,5	327,8	437,1	546,4	655,6	764,9	874,2	983,5	1.092,7
25	170,7	341,5	512,2	683,0	853,7	1.024,4	1.195,2	1.365,9	1.536,7	1.707,4
32	279,7	559,5	839,2	1.119,0	1.398,7	1.678,4	1.958,2	2.237,9	2.517,7	2.797,4
40	437,1	874,2	1.311,3	1.748,4	2.185,5	2.622,6	3.059,6	3.496,7	3.933,8	4.370,9

## 2º criterio: Cuantía geométrica

-Armadura primaria:

$$\text{Área hormigón} = b \times h = 3 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} = 3,75 \text{ m}^2$$

$$h = 1,25 \text{ m}$$



$$b = 3 \text{ m}$$

-Armadura secundaria:

$$\text{Área hormigón} = a \times h = 5 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} = 6,25 \text{ m}^2$$

$$h = 1,25 \text{ m}$$



$$a = 5 \text{ m}$$

$$A_s \geq 1/1000 \times (h \times b) = (125 \text{ cm} \times 300 \text{ cm}) / 1000 = 37,5 \text{ cm}^2$$

SECCIONES EN cm<sup>2</sup> Y MASAS EN kg/m

CUALQUIER TIPO DE ACERO

Diámetro (mm)	Masa (kg/m)	Número de barras								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,22	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54
8	0,40	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	3,52	4,02	4,52
10	0,62	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07
12	0,89	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,91	9,05	10,18
14	1,21	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,77	12,32	13,86
16	1,58	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,09
20	2,47	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,84	21,99	25,14	28,28
25	3,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18
32	6,31	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38
40	9,87	12,56	25,13	37,70	50,26	62,83	75,40	87,96	100,50	113,10

$A_s = n^{\circ} \text{ barras} \times A_i \rightarrow 5 \text{ } \varnothing 32 \text{ con un área de } 40,21 \text{ cm}^2$

**3<sup>er</sup> criterio: Cuantía mecánica mínima**

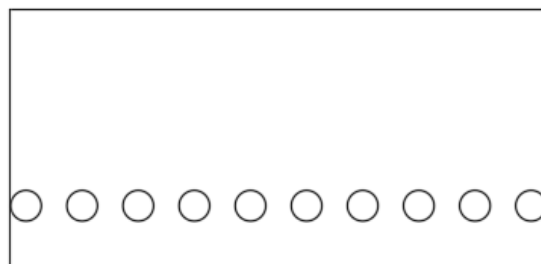
$$A_s \times f_{yd} \geq \frac{4}{100} \times (A_{\text{hormigón}} \times f_{cd})$$

$$A_s \times \frac{400}{1,15} \geq \frac{4}{100} \times \left( 3,75 \text{ m}^2 \times \frac{25}{1,5} \right) \rightarrow A_s = 0,0071 \text{ m}^2 = 71 \text{ cm}^2$$

**15  $\varnothing 25$  con un área de 73,64 cm<sup>2</sup>.** La distancia máxima entre barras debe ser 30 cm.

$$D = \frac{300 \text{ cm}}{14} = 21,428 \text{ cm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$21,428 \times 14 = 300 \text{ cm}$$



$$b = 300 \text{ cm}$$

**ARMADURA SECUNDARIA****Criterio: cuantía geométrica**

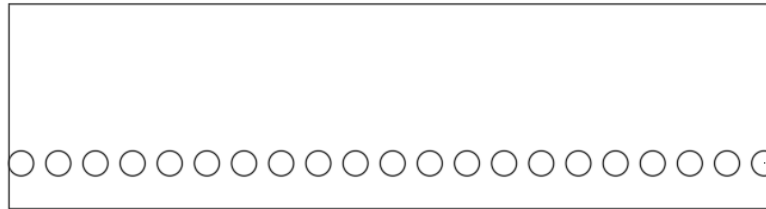
$$A_s \geq \frac{1}{1000} \times a \times h$$
$$A_s \geq \frac{1}{1000} \times 500 \text{ cm} \times 125 \text{ cm} = 62,5 \text{ cm}^2$$

**8 Ø32 con un área de 64,34 cm<sup>2</sup>**

$$D = \frac{500 \text{ cm}}{7} = 71,42 \text{ cm} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

**21 Ø20 con un área de 65,96 cm<sup>2</sup>**

$$D = \frac{500 \text{ cm}}{20} = 25 \text{ cm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**b = 500 cm****7.1.4 Anclaje de la armadura**

$$L_b = m \times \phi^2$$

Donde:

Ø : diámetro de la barra en mm

m1: coeficiente de la tabla

L<sub>b</sub> : longitud básica de anclaje en mm

Para un hormigón H-25 y acero B 400 S, m= 1,2

Anclaje de la armadura principal:

$$L_b = 1,2 \times 25^2 \text{ cm}^2 = 750 \text{ mm} = 75 \text{ cm}$$

La armadura ocupa: h- recubrimiento = 125 cm – 30 cm = 95 cm

Por lo que el anclaje se va a hacer en gancho, por lo tanto, se aplica un coeficiente U= 0,7

$$75 \text{ cm} \times 0,7 = \mathbf{52,5 \text{ cm}}$$

$$95 \text{ m} < 52,5$$

## 7.2 Cimentación para pilares intermedios

### 7.2.1 Modelo resistente

Las zapatas de cimentación tienen 1,25 metros de profundidad, y unas dimensiones de 3 m x 2 m.

Se va a considerar la combinación de acciones que proporcione mayores momentos.

Se utilizan los momentos más desfavorables, que se dan en los pilares de 6,60 m de altura:

Mmax (kNm)	Nmax (kNm)	Vmax (kNm)
99,351	46,114	42,977

Excentricidad: Para los cálculos se elige una zapata de dimensiones: a= 3 m, b= 2 m, h= 1,25 m.

Peso = 3 m x 2 m x 1,25 m x 25 kN/m<sup>3</sup>= 187,5 kN

#### 1) Comprobación a hundimiento

Para ello se debe cumplir la equivalencia de sumatorio de fuerzas en x y en y, y sumatorio de momentos.

$$e = \frac{M + V \times h}{N + P} = \frac{99,351 \text{ kNm} + 42,977 \text{ kN} \times 1,25 \text{ m}}{46,114 \text{ kN} + 187,5 \text{ kN}} = 0,65$$

$$\frac{a}{6} = \frac{3}{6} = 0,50 < 0,65$$

$$e > \frac{a}{6}$$

$$\frac{1}{3} \times d = \frac{a}{2} - e \rightarrow d = \left(\frac{3}{2} - 0,65\right) \times 3 = 2,55$$

$$N + P = \frac{1}{2} \times d \times \sigma \times b \rightarrow \sigma = \frac{(46,114 + 187,5) \times 2}{2,55 \times 2} = 91,61 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

91,61 kN/m<sup>2</sup> x 1000 N/kN x 10<sup>-6</sup> MPa/Pa= 0,091 MPa

0,2 MPa > 0,091 MPa **CUMPLE**

#### 2) Comprobación a vuelco

$$(N + P) \times \frac{a}{2} \geq 2 \times (M + V \times h)$$

$$(46,114 \text{ kN} + 187,5 \text{ kN}) \times \frac{3 \text{ m}}{2} \geq 2 \times (99,351 \text{ kN} + 42,977 \text{ kN} \times 1,25 \text{ m})$$

350,42 kNm > 306,14 kNm **CUMPLE**

#### 3) Comprobación a deslizamiento

$$(N + P) \times tg \frac{2}{3} \varphi + c (a \times b) \geq 1,5 \times V$$

Siendo C: coeficiente de cohesión (despreciable)

$\varphi$ : ángulo de rozamiento interno del suelo: 25°

$$(46,114 + 187,5) \times tg \frac{2}{3} 25 + (3 \times 2) \geq 1,5 \times 42,977$$

75,93 kN > 64,46 kN **CUMPLE**

### 7.2.2 Armado

Primero se elige el tipo de zapata. Hay zapatas de dos tipos:

-Rígidas:  $h > V/2$

-Flexibles:  $h < V/2$

Donde: V es la distancia del borde del pilar al borde de la zapata

$$V = \frac{a}{2} - \frac{\text{anchura pilar}}{2} = \frac{3 \text{ m}}{2} - \frac{0,24 \text{ m}}{2} = 1,38$$

$$\frac{1,38 \text{ m}}{2} = 0,69 \text{ m} < 1,25 \text{ m}$$

Por lo tanto, la zapata es rígida.

#### 1<sup>er</sup> criterio:

Para un modelo de zapata rígida se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\eta = \frac{M_d}{N_d \times a} = \frac{e''}{a}$$

$$x_1 = a \times \frac{1 + 4 \eta}{4 + 12 \eta}$$

$$R_{1d} = \frac{N_d}{2} \times (1 + 3 \eta)$$

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0,85 d} \times (x_1 - 0,25 a) \leq A_s \times f_{yd} = U_s$$

Donde:

$N_d$ = axil mayorado

$M_d$ = momento mayorado

$f_{yd}$ = límite elástico de cálculo del acero

$A$ = límite elástico de cálculo del acero

$U_s$ = capacidad mecánica de la armadura

$d$ = canto útil (canto total-recubrimiento)

Se va a colocar una capa de hormigón de limpieza de 10 cm, por lo tanto, el recubrimiento será de 30 cm.

Acciones mayoradas:

$$N = 46,114 \text{ kN} \times 1,6 = 73,78 \text{ kN}$$

$$M = 99,351 \text{ kNm} \times 1,6 = 158,96 \text{ kNm}$$

$$\eta = \frac{158,96}{73,78 \times 3} = 0,72$$

$$x_1 = 3 \times \frac{1 + 4 \times 0,72}{4 + 12 \times 0,72} = 0,92$$

$$R_{1d} = \frac{73,78}{2} \times (1 + 3 \times 0,72) = 116,57$$

Suponiendo un diámetro de 25 mm:

$$d = (h - \text{recubrimiento}) - (\text{diámetro}/2) = 1250 \text{ mm} - 300 \text{ mm} - (25 \text{ mm}/2) = 937,5 \text{ mm}$$

$$T_d = \frac{116,57}{0,85 \times 0,937 \text{ m}} \times (0,92 \text{ m} - 0,25 \text{ m} \times 3 \text{ m}) \leq A_s \times f_{yd} = U_s$$

$$24,88 \text{ kN} \rightarrow 3 \text{ } \phi 6 \text{ mm}$$

**CAPACIDAD MECANICA (kN)**

**ACERO: B 400 S**

$f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$  (Mpa)

$U = A \cdot f_{yd}$

$g_s = 1,15$

Diámetro Ø(mm)	Nº de Barras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	9,8	19,7	29,5	39,3	49,2	59,0	68,8	78,7	88,5	98,3
8	17,5	35,0	52,5	69,9	87,4	104,9	122,4	139,9	157,4	174,8
10	27,3	54,6	82,0	109,3	136,6	163,9	191,2	218,5	245,9	273,2
12	39,3	78,7	118,0	157,4	196,7	236,0	275,4	314,7	354,0	393,4
14	53,5	107,1	160,6	214,2	267,7	321,3	374,8	428,4	481,9	535,4
16	69,9	139,9	209,8	279,7	349,7	419,6	489,5	559,5	629,4	699,3
20	109,3	218,5	327,8	437,1	546,4	655,6	764,9	874,2	983,5	1.092,7
25	170,7	341,5	512,2	683,0	853,7	1.024,4	1.195,2	1.365,9	1.536,7	1.707,4
32	279,7	559,5	839,2	1.119,0	1.398,7	1.678,4	1.958,2	2.237,9	2.517,7	2.797,4
40	437,1	874,2	1.311,3	1.748,4	2.185,5	2.622,6	3.059,6	3.496,7	3.933,8	4.370,9

## 2º criterio: Cuantía geométrica

$$h = 1,25 \text{ m}$$

-Armadura primaria:

$$\text{Área hormigón} = b \times h = 2 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} = 2,5 \text{ m}^2$$



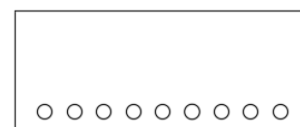
$$b = 2 \text{ m}$$

-Armadura secundaria:

$$\text{Área hormigón} = a \times h = 3 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} = 3,75 \text{ m}^2$$

$$A_s \geq 1/1000 \times (h \times b) = (125 \text{ cm} \times 200 \text{ cm}) / 1000 = 25 \text{ cm}^2$$

$$h = 1,25 \text{ m}$$



$$a = 3 \text{ m}$$



SECCIONES EN cm<sup>2</sup> Y MASAS EN kg/m

CUALQUIER TIPO DE ACERO

Diámetro (mm)	Masa (kg/m)	Número de barras								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,22	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54
8	0,40	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	3,52	4,02	4,52
10	0,62	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07
12	0,89	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,91	9,05	10,18
14	1,21	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,77	12,32	13,86
16	1,58	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,09
20	2,47	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,84	21,99	25,14	28,28
25	3,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18
32	6,31	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38
40	9,87	12,56	25,13	37,70	50,26	62,83	75,40	87,96	100,50	113,10

$A_s = n^{\circ} \text{ barras} \times A_i \rightarrow 8 \text{ } \varnothing 20 \text{ con un área de } 25,14 \text{ cm}^2$

### 3<sup>er</sup> criterio: Cuantía mecánica mínima

$$A_s \times f_{yd} \geq \frac{4}{100} \times (A_{\text{hormigón}} \times f_{cd})$$

$$A_s \times \frac{400}{1,15} \geq \frac{4}{100} \times \left( 2,5 \text{ m}^2 \times \frac{25}{1,5} \right) \rightarrow A_s = 0,0048 \text{ m}^2 = 48 \text{ cm}^2$$

6  $\varnothing 32$  con un área de 48,26 cm<sup>2</sup>. La distancia máxima entre barras debe ser 30 cm.

$$D = \frac{200 \text{ cm}}{5} = 40 \text{ cm} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Como no cumple la condición de la distancia máxima de separación se colocan:

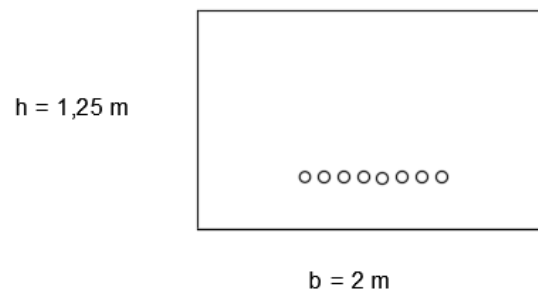
$$D = \frac{200 \text{ cm}}{7} = 28,57 \text{ cm}$$

**8  $\varnothing 32$  con un área de 64,34 cm<sup>2</sup>**

$$28,57 \text{ cm} \times 7 = 200 \text{ cm}$$

$$300 \text{ cm} - 200 \text{ cm} = 100 \text{ cm}$$

$$100 \text{ cm} / 2 = 50 \text{ cm de margen a cada lado}$$



### ARMADURA SECUNDARIA

#### Criterio: cuantía geométrica

$$A_s \geq \frac{1}{1000} \times a \times h$$

$$A_s \geq \frac{1}{1000} \times 300 \text{ cm} \times 125 \text{ cm} = 37,5 \text{ cm}^2$$

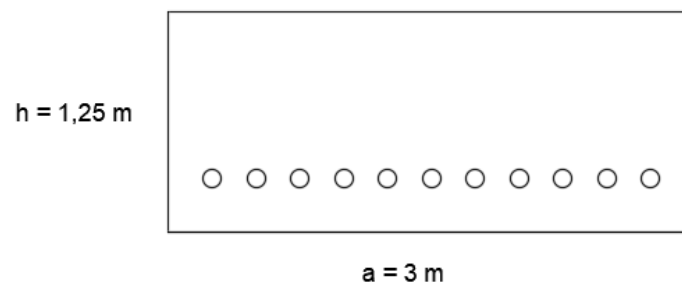
**8 Ø25 con un área de 39,27 cm<sup>2</sup>**

$$D = \frac{300 \text{ cm}}{7} = 42,85 \text{ cm} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

**11 Ø25 con un área de 54 cm<sup>2</sup>**

$$D = \frac{300 \text{ cm}}{10} = 30 \text{ cm} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$30 \times 10 = 300 \text{ cm}$$



### 7.6 Anclaje de la armadura

$$L_b = m \times \phi^2$$

Donde:

$\emptyset$  : diámetro de la barra en mm

m1: coeficiente de la tabla

$L_b$  : longitud básica de anclaje en mm

Para un hormigón H-25 y acero B 400 S,  $m = 1,2$

Anclaje de la armadura principal:

$$L_b = 1,2 \times 32^2 \text{ cm}^2 = 1.228,8 \text{ mm} = 122,88 \text{ cm}$$

La armadura ocupa: h- recubrimiento =  $122,88 \text{ cm} - 30 \text{ cm} = 92,88 \text{ cm}$

Por lo que el anclaje se va a hacer en gancho, por lo tanto, se aplica un coeficiente  $U = 0,7$

$$122,88 \text{ cm} \times 0,7 = \mathbf{86,02 \text{ cm}}$$

$$92,88 \text{ cm} > 86,02$$

## 8. Cálculo de la placa de anclaje

A continuación, se procede a calcular las placas de anclaje, utilizando las reacciones obtenidas anteriormente con el software PIEM. Los valores máximos de axil, cortante y el momento máximo mayorados son los siguientes:

$$N = 73,78 \text{ kN}$$

$$V = 68,76 \text{ kN}$$

$$M = 158,96 \text{ kNm}$$

Al igual que anteriormente, estos valores son para un perfil tipo HEA 500, acero B 400S y hormigón HA25.

Se elige una placa de dimensiones:  $a = 800 \text{ mm}$ ,  $b = 500 \text{ mm}$ ,  $d = 50 \text{ mm}$

### 8.1 Comprobación a ruptura del hormigón de la zapata

$$e = \frac{M}{N} = \frac{158,96 \text{ kNm}}{73,78 \text{ kN}} = 2,15 \text{ m}$$

$$\frac{a}{6} = \frac{80 \text{ cm}}{6} = 13,3 \text{ cm}$$

$$e > \frac{3}{8} a$$

$$21,5 \text{ cm} > 5 \text{ cm}$$

La placa de anclaje se calcula tomando una rebanada de 1 cm de espesor y como una viga empotrada con los extremos libres.

Valores resistentes de los materiales:

Acero S275JR  $\rightarrow 275/1,05 = 261,9 \text{ N/mm}^2$

Pernos B 400S  $\rightarrow 400/1,15 = 347,82 \text{ N/mm}^2$

Se plantean las ecuaciones de equilibrio, y se buscan los valores Z y tensión ( $\sigma$ ).

$$\sum M_y; \frac{455}{1000} \times Z_1 - N \times \frac{255}{1000} - M = 0$$

$$\frac{455}{1000} \times Z_1 - 73,78 \times \frac{255}{1000} - 158,96 = 0 \rightarrow Z_1 = 349,36 \text{ kN}$$

$$\sum M_y; Z_1 - N - \sigma \times \frac{a}{4} \times 420 = 0$$

$$349,36 \text{ kN} - 73,78 \text{ kN} - \sigma \times \frac{800 \text{ mm}}{4} \times 420 = 0 \rightarrow \sigma = 0,00328 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} = 3,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{f_c}{\gamma_c} = \frac{25}{1,50} = 16,6 \text{ N/mm}^2$$

$$3,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 16,6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{CUMPLE}$$

## 8.2 Comprobación a tracción de los pernos

$$Z \leq \frac{0,9 \times f_H \times A}{\gamma_{M2}}$$

$$A = \frac{\frac{349,36}{4} \times 1,25}{0,9 \times \frac{800}{1000}} = 151,63 \text{ mm}^2$$

Se colocan 4 tornillos de 16 mm de diámetro.

## 8.3 Longitud de los pernos

$$l \geq \frac{\frac{A_s \times f_y}{1,25}}{\pi \times \phi \times \tau_{adm}} = \frac{\frac{157 \text{ mm}^2 \times 240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 0,8}{1,25}}{\pi \times 16 \text{ mm} \times 1,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 400 \text{ mm}$$

$$\tau_{adm} = \frac{0,36}{\gamma_H} \sqrt{f_H} = \frac{0,36}{1,50} \sqrt{25} = 1,2 \text{ N/mm}^2$$

Acero tornillos 4.6

Los pernos acaban en gancho, por lo que se le aplica un coeficiente de 0,1 a la longitud calculada:

$$400 \text{ mm} \times 0,7 = \mathbf{280 \text{ mm} \rightarrow \text{Longitud de los pernos: 28 cm}}$$

#### 8.4 Comprobación a cortante

Rozamiento:  $Fr = \mu \times N$

$$V_{ed_{max}} \leq V_{rozamiento}$$

$$Fr = 0,3 \times 73,78 = 22,13 \text{ kN}$$

68,76 kN > 22,13 kN NO CUMPLE

Por lo tanto, se realiza la siguiente comprobación:

$$\begin{aligned} V_{pernoscompresión} &= (0,44 - 0,00033 \times f_y) \times \frac{f_u \times A_s}{\gamma_{M2}} \\ &= \left(0,44 - 0,00033 \times 240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right) \times \frac{400 \times 157 \times 10^{-3}}{1,25} = 18,12 \text{ kN} \end{aligned}$$

Hay 4 pernos:

$$68,76 \text{ kN} / 4 = 17,19 \text{ kN}$$

22,13 kN > 17,19 kN **CUMPLE**

#### 8.4 Espesor de la placa

$$l_{anclaje} = \frac{l_{placa} - l_{perfil}}{2} = \frac{800 - 230}{2} = 285 \text{ mm}$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \times \sigma \times l^2 = \frac{1}{2} \times 3,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 285^2 \text{ mm} = 133.209 \text{ Nmm}$$

$$e \geq \sqrt{\frac{6M_{max} \times \gamma_{m0}}{f_y}} = \sqrt{\frac{6 \times 133.209 \text{ Nmm} \times 1,05}{275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}} = 55,24 \text{ mm} \rightarrow 5,5 \text{ cm}$$

Se va a utilizar una placa de asiento de dimensiones:  $a= 800\text{ mm}$ ,  $b= 500\text{ mm}$  y  $d= 50\text{ mm}$ , con un espesor de  $10\text{ cm}$ , 4 anclajes de  $16\text{ mm}$  con una longitud de  $28\text{ cm}$  y extremo en gancho.

## 9 Medición

### 9.2 Peso total de acero en la nave

El peso total de acero se calcula sumando el acero empleado en los dinteles, pilares y correas.

$$2.348,75\text{ kg} + 964,8 + (155\text{ kg/m} \times 6\text{ m}) \times 2 + (155\text{ kg/m} \times 12,59) \times 2 + 1.591,92\text{ kg} + 1.736,64\text{ kg} + 4.020\text{ kg} = \mathbf{16.425,01\text{ kg}}$$

**Se van a emplear 16.425,01 kg de acero para la construcción de la nave.**

### 9.3 Peso del acero empleado por $\text{m}^2$ de superficie

La nave tiene una superficie de  $1.750\text{ m}^2$ , por lo tanto, el peso del acero para la superficie de la nave es:

$$16.425,01\text{ kg}/1.750\text{ m}^2 = \mathbf{9,38\text{ kg/m}^2}$$

### 9.4 Volumen total a utilizar en las zapatas de cimentación

Volumen zapata pilares extremos =  $5\text{ m} \times 3\text{ m} \times 1,25\text{ m} = 18,75\text{ m}^3$

Volumen zapata pilares intermedios =  $3\text{ m} \times 2\text{ m} \times 1,25\text{ m} = 7,5\text{ m}^3$

La nave consta de 15 pórticos, por lo tanto 30 pilares HEA 500 y 8 pilares intermedios de tipo HEA 24, es decir se necesitan 38 zapatas.

$$18,75\text{ m}^3 \times 30\text{ zapatas} = 562,5\text{ m}^3$$

$$7,5\text{ m}^3 \times 8\text{ zapatas} = 60\text{ m}^3$$

Volumen total a utilizar de hormigón en las zapatas:  $\mathbf{562,5\text{ m}^3 + 60\text{ m}^3 = 622,5\text{ m}^3}$

### 9.5 Peso total de acero a utilizar en las zapatas de cimentación

ARMADURA PRINCIPAL ZAPATAS  $5 \times 3 \times 1,25\text{ m}$

Longitud de una barra:  $3\text{ m} + 0,525\text{ m} = 3,525\text{ m}$

Longitud total:  $3,525\text{ m} \times 15\text{ barras} = \mathbf{52,875\text{ m}}$

De la siguiente tabla obtenemos el peso de la armadura principal:

SECCIONES EN cm<sup>2</sup> Y MASAS EN kg/m

CUALQUIER TIPO DE ACERO

Diámetro (mm)	Masa (kg/m)	Número de barras								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,22	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54
8	0,40	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	3,52	4,02	4,52
10	0,62	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07
12	0,89	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,91	9,05	10,18
14	1,21	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,77	12,32	13,86
16	1,58	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,09
20	2,47	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,84	21,99	25,14	28,28
25	3,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18
32	6,31	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38
40	9,87	12,56	25,13	37,70	50,26	62,83	75,40	87,96	100,50	113,10

Peso de la armadura principal: 3,85 kg/m x 52,875 m= **203,56 kg**

### ARMADURA SECUNDARIA

5 m x 21 barras = 105 m

SECCIONES EN cm<sup>2</sup> Y MASAS EN kg/m

CUALQUIER TIPO DE ACERO

Diámetro (mm)	Masa (kg/m)	Número de barras								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,22	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54
8	0,40	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	3,52	4,02	4,52
10	0,62	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07
12	0,89	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,91	9,05	10,18
14	1,21	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,77	12,32	13,86
16	1,58	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,09
20	2,47	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,84	21,99	25,14	28,28
25	3,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18
32	6,31	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38
40	9,87	12,56	25,13	37,70	50,26	62,83	75,40	87,96	100,50	113,10

Peso de la armadura secundaria: 2,47 kg/m x 105 m= **259,35 kg**

### ARMADURA PRINCIPAL ZAPATAS 3 x 2 x 1,25m

Longitud de una barra: 3 m + 0,86 = 3,86 m

Longitud total: 3,86 m x 8 barras= **30,88 m**

De la siguiente tabla obtenemos el peso de la armadura principal:

SECCIONES EN cm<sup>2</sup> Y MASAS EN kg/m

CUALQUIER TIPO DE ACERO

Diámetro (mm)	Masa (kg/m)	Número de barras								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,22	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54
8	0,40	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	3,52	4,02	4,52
10	0,62	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07
12	0,89	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,91	9,05	10,18
14	1,21	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,77	12,32	13,86
16	1,58	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,09
20	2,47	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,84	21,99	25,14	28,28
25	3,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18
32	6,31	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38
40	9,87	12,56	25,13	37,70	50,26	62,83	75,40	87,96	100,50	113,10

Peso de la armadura principal: 6,31 kg/m x 30,88 m = **194,85 kg**

#### ARMADURA SECUNDARIA

2 m x 11 barras = 22 m

Peso de la armadura secundaria: 3,85 kg/m x 22 m = **84,70 kg**

**Peso total de acero a utilizar en las zapatas de cimentación: (203,56 kg + 259,35 kg) x 30 zapatas + (194,85 kg + 84,70 kg) x 8 zapatas = 16.123,96 kg**





# **ANEJO 9**

## **RED DE SANEAMIENTO Y AGUAS PLUVIALES**

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1.	Introducción .....	2
2.	Red de aguas pluviales .....	2
2.1	Dimensionamiento de canalones .....	2
2.2	Dimensionamiento de las bajantes .....	3
2.3	Dimensionamiento de colectores .....	4
2.4	Dimensionamiento de canaletas .....	5
2.5	Dimensionamiento de arquetas .....	5
3.	Red de aguas residuales y fecales .....	5
3.1	Red de aguas fecales .....	5
3.2	Botes sifónicos .....	6
3.3	Ramales colectores .....	6
3.4	Colectores horizontales .....	7
3.5	Dimensionamiento de arquetas .....	7
3.6	Red de aguas residuales de proceso .....	7

## 1. Introducción

Para dimensionar la red de evacuación de aguas residuales y pluviales se aplica el Documento Básico de Salubridad, CTE DB HS 5.

La distribución de las aguas pluviales y residuales se encuentra en el Plano 8: "Red de saneamiento. Aguas pluviales" y en el Plano 9: "Red de saneamiento. Aguas residuales y fecales".

La instalación consta de los siguientes componentes:

- Canalones
- Bajantes
- Colectores
- Sumideros
- Arquetas

## 2. Red de aguas pluviales

Se van a instalar los canalones en la parte baja de la cubierta, uno a cada lado de esta, que van a ir conectados a unas bajantes situadas en las fachadas. Estas bajantes desembocan en arquetas y se unen a la red de aguas pluviales.

### 2.1 Dimensionamiento de canalones

Para dimensionar los canalones se va a tener en cuenta el mapa de isoyetas y zonas pluviométricas y la tabla de intensidad pluviométrica del CTE, a la cual se aplica antes un factor de corrección.

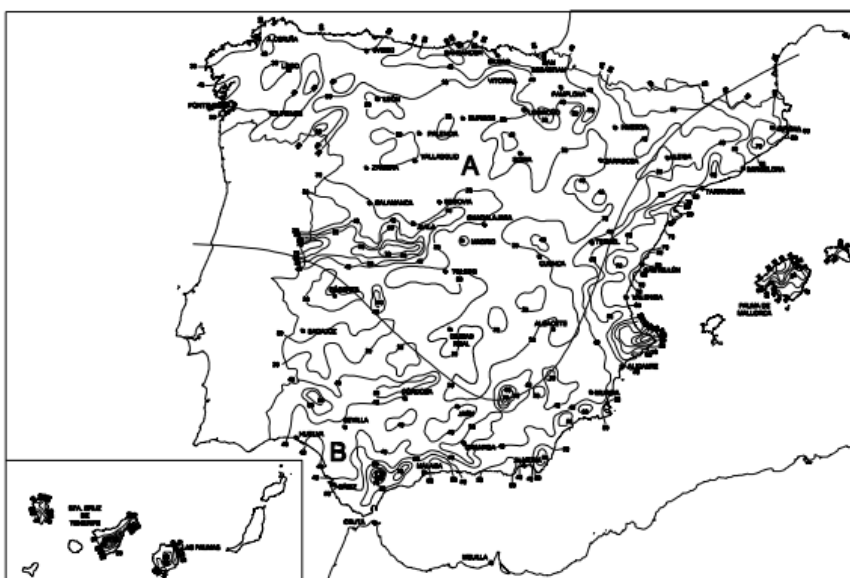


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Tabla B.1 Intensidad Pluviométrica $i$ (mm/h)												
Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Para calcular el factor de corrección, localizamos Viana en el mapa de isoyetas y obtenemos la intensidad pluviométrica mediante la tabla B.1.

Viana se encuentra en la zona A, isoyeta 40, por lo que la intensidad pluviométrica es 125 mm/h.

Obtenemos así el factor de corrección:

$$f = \frac{i}{100} = \frac{125}{100} = 1,25$$

Una vez obtenido el factor de corrección, utilizamos los datos de la siguiente tabla del CTE para calcular el diámetro de los canalones:

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h				
Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

$$12,5 \times 5 = 62,5 \text{ m}^2 \times 1,25 = 78,12 \text{ m}^2$$

Con una pendiente del 2% y una superficie de 78,12 m<sup>2</sup> el diámetro nominal del canalón es de 125 mm.

Hay diez tramos de canalones a cada lado de la fachada y se va a colocar una bajante en un pórtico sí, y otro no.

TRAMO DE CANALÓN	SUPERFICIE RECOGIDA (m <sup>2</sup> )	PENDIENTE (%)	DIÁMETRO (mm)
1-28	78,12	2%	125

Tabla 1: Características canalones.

## 2.2 Dimensionamiento de las bajantes

Utilizamos el mismo factor de corrección que para los canalones, y la superficie de recogida va a ser la de dos canalones por cada bajante:

$$12,5 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 125 \text{ m}^2 \times 1,25 = 156,25 \text{ m}^2$$

<b>Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h</b>	
<b>Superficie en proyección horizontal servida (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Diámetro nominal de la bajante (mm)</b>
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Elegimos 177 m<sup>2</sup> que corresponde a un diámetro nominal de la bajante de 75 mm.

Teniendo en cuenta el reglamento del CTE que dice que no se puede reducir el diámetro usado para canalones, escogemos un diámetro de 125 mm.

BAJANTE	SUPERFICIE RECOGIDA (m <sup>2</sup> )	PENDIENTE (%)	DIÁMETRO (mm)
1-14	156,25	100	125

Tabla 2: Características bajantes.

### 2.3 Dimensionamiento de colectores

Se va a colocar una arqueta al final de cada bajante, todas ellas unidas y se va a recoger el agua finalmente en el colector.

Los colectores se disponen con una pendiente del 2%.

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

$$125 \text{ m}^2 \times 1.25 = 156,25 \text{ m}^2$$

$$156,25 \text{ m}^2 \times 7 = 1093,75 \text{ m}^2$$

$$\text{Como hay 20 tramos: } 1093,75 \text{ m}^2 \times 2 = 2187,5 \text{ m}^2$$

Según la tabla 4.9 del CTE, con una pendiente del 2% y una superficie de 2187,5 m<sup>2</sup>, el diámetro nominal del colector es de 200 mm.

TRAMO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (mm)
C1	8	200
C2	8	200
C3	8	200
C4	8	200
C5	8	200
C6	8	200
C7	8	200
C8	8	200
C9	8	200
C10	8	200
C11	8	200
C12	8	200
C13	8	200
C14	8	200
C15	8	200
C16	15	250

Tabla 3: Características colectores.

## 2.4 Dimensionamiento de canaletas

**Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta**

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Número de sumideros
$S < 100$	2
$100 \leq S < 200$	3
$200 \leq S < 500$	4
$S > 500$	1 cada 150 m <sup>2</sup>

La zona pavimentada tiene una superficie de 1750 m<sup>2</sup>, por lo que se van a instalar 7 canaletas de 1 x 0,2 metros.

## 2.5 Dimensionamiento de arquetas

**Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas**

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Según el diámetro del colector, que es de 250 mm, las arquetas que se van a colocar son de ladrillo, de unas dimensiones de 60 x 70 cm.

ARQUETA	DIÁMETRO (cm)
1-16	60 x 70

**Tabla 4: Dimensiones arquetas.**

## 3. Red de aguas residuales y fecales

La red de aguas residuales se encarga de conducir las aguas provenientes del lavado de los equipos, fugas, o de la limpieza de superficies dentro de la industria. Se van a colocar sumideros sifónicos en la solera de cada una de las zonas. El agua va a ser conducida a través de colectores de PVC que desembocan en arquetas sifónicas.

En la industria hay instalados diferentes aparatos sanitarios en los aseos, vestuarios y laboratorio, por lo que es necesario tener una red de aguas fecales que conduce las aguas provenientes de estos aparatos. El agua es conducida a través de colectores de PVC hasta las arquetas sifónicas.

La solera tiene una pendiente del 2%, para facilitar la recogida de agua.

Tanto las aguas residuales como las fecales van finalmente a la depuradora municipal.

### 3.1 Red de aguas fecales

Para el dimensionamiento de la red, se tienen en cuenta cada uno de los aparatos sanitarios de los que consta la industria, que son los siguientes: 9 inodoros con cisterna, 8 lavabos, 1 urinario, 4 duchas y 1 fregadero.

Para ello se utiliza la tabla 4.1 del CTE.

**Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios**

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	4	5	100	100
Con cisterna	8	10	100	100
Con fluxómetro	-	4	-	50
Urinario	-	2	-	40
Pedestal	-	3.5	-	-
Suspendido	-	6	40	50
En batería	3	2	-	40
Fregadero	-	2	-	40
De cocina	3	-	40	-
De laboratorio, restaurante, etc.	-	8	-	100
Lavadero	-	0.5	-	25
Vertedero	1	3	40	50
Fuente para beber	3	6	40	50
Sumidero sifónico	3	6	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	7	-	100	-
Cuarto de baño	Inodoro con cisterna	8	-	-
(lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con fluxómetro	6	100	-
Cuarto de aseo	Inodoro con cisterna	8	-	-
(lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con fluxómetro	-	100	-

	NÚMERO	UNIDADES	TOTAL	DIÁMETRO (mm)
Fregadero	1	2	2	40
Inodoros con cisterna	9	5	45	100
Urinaris	2	2	4	40
Duchas	4	3	12	50
Lavabos	8	2	16	40

**Tabla 5: Aparatos sanitarios instalados.**

TOTAL UNIDADES DE DESAGÜE: 79

### 3.2 Botes sifónicos

El diámetro de los botes sifónicos debe ser al menos de 110 mm, ya que el mayor diámetro es el del inodoro con cisterna de 100 mm.

### 3.3 Ramales colectores

**Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante**

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Para una pendiente de los colectores del 2% y un número total de unidades de 79, se obtiene un diámetro del ramal colector de 90 mm. Como el diámetro de los botes sifónicos es de 110 mm, el diámetro de los ramales colectores va a ser también de 110 mm.

### 3.4 Colectores horizontales

**Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada**

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

El diámetro de los colectores horizontales es el mismo que el de los ramales colectores, por lo tanto, tienen un diámetro de 110 mm.

### 3.5 Dimensionamiento de arquetas

**Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas**

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]							
	100	150	200	250	300	350	400	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90

Para un diámetro del colector de salida de 110 mm, se colocan arquetas de unas dimensiones de 50x50 cm.

### 3.6 Red de aguas residuales de proceso

Se van a colocar sumideros en todas las zonas de producción y almacenes, y gracias a la pendiente de la solera el agua se va a conducir a los sumideros, evitando que se formen charcos o balsas dentro de la industria.

Se van a colocar botes sifónicos de 110 mm de diámetro.

Al igual que para la red de aguas fecales, los ramales colectores y los colectores horizontales van a tener un diámetro de 110 mm.

Las arquetas colocadas van a tener unas dimensiones de 50x50 cm.





# ANEJO 10

## INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1. Introducción .....	2
2. Datos de la instalación .....	2
3. Puntos de consumo .....	2
4. Agrupación de puntos de consumo por tramos.....	3
5. Método de cálculo.....	3
5.1 Red de agua fría.....	3
5.2 Red de agua caliente .....	9

## 1. Introducción

En el presente anejo se describen y se dimensionan las redes de agua fría y de agua caliente de la industria. Éstas vienen determinadas por la presión y el caudal requeridos por las instalaciones de la industria.

El suministro de agua se hace a través de la red general de abastecimiento lo que garantiza la calidad del agua que llega a la industria.

La instalación de fontanería está detallada en el “Plano 10: Instalación de fontanería”.

## 2. Datos de la instalación

Los datos a utilizar para dimensionar la instalación de fontanería se detallan a continuación:

- Caudal de la acometida: 2,6 l/s
- Presión de la acometida: 500 kPa
- Material: polietileno reticulado (PEX)
- Rugosidad del material: 0,007 mm
- Temperatura del agua fría: 5°C
- Temperatura del agua caliente: 55°C
- Viscosidad cinemática del agua fría:  $1,6165 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Viscosidad cinemática del agua caliente:  $0,512 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

## 3. Puntos de consumo

Punto de consumo	Consumo unitario (l/s)		Nº de puntos de consumo	Consumo total (l/s)	
	Agua fría	Agua caliente		Agua fría	Agua caliente
Fregadero	0,20	0,10	1	0,20	0,10
Lavabo	0,10	0,065	8	0,80	0,52
Duchas	0,20	0,10	4	0,80	0,40
Inodoro con cisterna	0,10	-	9	0,90	-
Urinario	0,04	-	2	0,08	-
Lavadoras	0,05	-	2	0,10	-
Autoclaves	0,83	-	2	1,6	-
Esterilizador	0,42	-	1	0,42	-
Equipo de limpieza CIP	2,7	-	1	2,7	-
<b>TOTAL</b>				<b>7,6</b>	<b>1,02</b>

Tabla 1: Detalles de consumo de cada aparato.

#### 4. Agrupación de puntos de consumo por tramos

Tramo 1: 2 lavadoras, esterilizador, 2 autoclaves y equipo de limpieza CIP.

Tramo 2: 1 fregadero, 8 lavabos, 9 inodoros con cisterna, 1 urinario y 4 duchas.

Tramo 3: desde la acometida al contador general. Se realiza la suma de todos los caudales anteriores.

Tramo	Consumo total (l/s)		Puntos de consumo
	Agua fría	Agua caliente	
1	4,82	-	6
2	2,78	1,02	23
3	7,6	1,02	29

Tabla 2: Consumo total por tramo (l/s).

#### 5. Método de cálculo

El cálculo de la instalación de fontanería de la industria se va a realizar a mano, siguiendo lo establecido en el CTE DB-HS 4 Suministro de Agua.

##### 5.1 Red de agua fría

##### 1) Datos de partida

Caudales de cálculo:

Tramo 1:  $Q_1 = 4,82$  l/s

Tramo 2:  $Q_2 = 2,78$  l/s

Tramo 3:  $Q_3 = 7,6$  l/s

##### 2) Cálculo del caudal simultáneo

Según la tabla de determinación del caudal de cálculo o caudal simultáneo según apartado 5 de la Norma UNE 149201:2017.

Tramo 1:  $Q_c = 1,7 \times (Q_c)^{0,21} - 0,7 = 1,7 \times (4,82)^{0,21} - 0,7 = 1,66$  l/s

Tramo 2:  $Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14 = 0,682 \times (2,78)^{0,45} - 0,14 = 0,94$  l/s

Tramo 3:  $Q_c = 1,7 \times (Q_c)^{0,21} - 0,7 = 1,7 \times (7,6)^{0,21} - 0,7 = 1,9$  l/s

### 3) Velocidad

Según el CTE, para tuberías termoplásticas y multicapas la velocidad tiene que estar entre 0,50 m/s y 3,50 m/s, por lo que elegimos una velocidad de 3 m/s.

### 4) Obtención del diámetro

A partir de la siguiente fórmula, utilizando el caudal y la velocidad, se obtiene un primer diámetro interior:

$$S = \frac{Q}{V} \rightarrow \phi = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi \times V}}$$

Dónde:

S= sección (m<sup>2</sup>)

Q= caudal máximo (l/s)

V= velocidad (m/s)

Ø= diámetro interior (mm)

Tramo 1:

$$S_1 = \frac{1,66 \text{ l/s}}{3 \text{ m/s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3} = 5,53 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \times 1,66 \text{ l/s}}{\pi \times 3 \text{ m/s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}}} = 0,0265 \text{ m} = 26,5 \text{ mm}$$

Tramo 2:

$$S_2 = \frac{0,94 \text{ l/s}}{3 \text{ m/s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3} = 3,13 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \times 0,94 \text{ l/s}}{\pi \times 3 \text{ m/s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}}} = 0,0199 \text{ m} = 19,9 \text{ mm}$$

Tramo 3:

$$S_3 = \frac{1,9 \text{ l/s}}{3 \text{ m/s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3} = 6,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \times 1,9 \text{ l/s}}{\pi \times 3 \text{ m/s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}}} = 0,0283 \text{ m} = 28,3 \text{ mm}$$

Según la tabla 4.3 del CTE DB-HS 4 Suministro de Agua, una vez calculado el diámetro interior, se elige un diámetro nominal para cada tramo:

<b>TRAMO 1</b>	
Sección	$5,53 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Diámetro calculado	26,5 mm
Diámetro exterior	40 mm
Diámetro interior	32,6 mm
<b>TRAMO 2</b>	
Sección	$3,13 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Diámetro calculado	19,9 mm
Diámetro exterior	25 mm
Diámetro interior	20,4 mm
<b>TRAMO 3</b>	
Sección	$6,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Diámetro calculado	28,3 mm
Diámetro exterior	40 mm
Diámetro interior	32,6 mm

**Tabla 3: Resumen características de cada tramo.**

Velocidad tramo 1:

$$V = \frac{Q \times 4}{\pi \times D^2} = \frac{1,66 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 4}{\pi \times 0,0326^2 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}} = 1,98 \text{ m/s}$$

Velocidad tramo 2:

$$V = \frac{Q \times 4}{\pi \times D^2} = \frac{0,94 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 4}{\pi \times 0,0204^2 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}} = 2,87 \text{ m/s}$$

Velocidad tramo 3:

$$V = \frac{Q \times 4}{\pi \times D^2} = \frac{1,9 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 4}{\pi \times 0,0326^2 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}} = 2,27 \text{ m/s}$$

## 5) Limitaciones del CTE

Presión mínima: 100 kPa para grifos comunes y 150 kPa para fluxores y calentadores.

La presión máxima no debe superar los 500 kPa.

Las limitaciones por diámetros se muestran en la siguiente tabla del CTE.

**Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos**

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

**Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación**

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	20
Columna (montante o descendente)	¾	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	½
	50 - 250 kW	¾
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	1 ¼

Según las tablas, los diámetros de derivaciones y de alimentación de los tres tramos cumplen con lo establecido en el CTE.

## 6) Cálculo de pérdidas de carga

### a. Pérdidas de carga lineales

Se calculan según la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h = f \times \frac{LV^2}{D \ 2g}$$

El coeficiente de fricción  $f$  depende del número de Reynolds y de  $\varepsilon$ .

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon_r}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right)$$

$$Re = \frac{VD}{\mu}$$

Tramo 1:

Longitud: 47,70 m

$$Re = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} \times 1,98 \frac{m}{s} \times 0,0326 m}{0,001002 Pas} = 64419,16$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\frac{0,007 mm}{32,6 mm}}{3,7} + \frac{5,74}{64419,16^{0,9}} \right) \rightarrow f = 0,0205$$

$$h = 0,0205 \times \frac{47,7 m \times 1,98^2 m/s}{0,0326 m \times 2 \times 9,8} = 6 m$$

Pérdidas localizadas: según el CTE se admite usar un 25% de las continuas.

0,25 x 6 m = 1,5 m

Tramo 2:

Longitud: 40,83

$$Re = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} \times 2,87 \frac{m}{s} \times 0,0204 m}{0,001002 Pas} = 58431,13$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\frac{0,007 mm}{20,4 mm}}{3,7} + \frac{5,74}{58431,13^{0,9}} \right) = 0,021$$

$$h = 0,021 \times \frac{40,83 m \times 2,87^2 m/s}{0,0204 m \times 2 \times 9,8} = 17,66 m$$

Pérdidas localizadas:

0,25 x 17,66 m = 4,41 m

Tramo 3:

Longitud: 45,12 m

$$Re = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} \times 2,27 \frac{m}{s} \times 0,0326 m}{0,001002 Pas} = 73854,3$$



$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\frac{0,007 \text{ mm}}{32,6 \text{ mm}}}{3,7} + \frac{5,74}{73854,3^{0,9}} \right) = 0,026$$

$$h = 0,026 \times \frac{45,12 \text{ m} \times 2,27^2 \text{ m/s}}{0,0326 \text{ m} \times 2 \times 9,8} = 9,46 \text{ m}$$

Pérdidas localizadas:  
0,25 x 9,46 m = 2,36 m

TRAMO 1	Pérdidas de carga
Re= 64419,16 f= 0,0205	
Pérdidas continuas	6 m.c.a
Pérdidas localizadas	1,5 m.c.a
Pérdidas geométricas	2 m.c.a
<b>ΔH total</b>	<b>9,5 m.c.a</b>

TRAMO 2	Pérdidas de carga
Re= 58431,13 f= 0,021	
Pérdidas continuas	17,66 m.c.a
Pérdidas localizadas	4,41 m.c.a
Pérdidas geométricas	2 m.c.a
<b>ΔH total</b>	<b>24,07 m.c.a</b>

TRAMO 3	Pérdidas de carga
Re= 58431,13 f= 0,021	
Pérdidas continuas	9,46 m.c.a
Pérdidas localizadas	2,36 m.c.a
Pérdidas geométricas	2 m.c.a
<b>ΔH total</b>	<b>13,82 m.c.a</b>

Tabla 4: Pérdidas de carga en cada tramo.

## 7) Comprobación a los puntos de consumo

El tramo más desfavorable es el tramo 2, al que se le suman las pérdidas del tramo 3 que va a la acometida general, y se hacen las comprobaciones en cuanto al CTE:

Presión: 500 kPa – (240,7 + 138,2) kPa = 121,1 kPa → 121,1 kPa > 100 kPa

**CUMPLE**

## 8) Determinación del armario o cámara para el contador

**Tabla 4.1 Dimensiones del armario y de la arqueta para el contador general**

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

El diámetro mayor es de 36,20 mm, por lo tanto, según la tabla 4.1 del CTE, las dimensiones del armario son de 1300 x 600 x 500 mm.

## 5.2 Red de agua caliente

### 1) Datos de partida

Caudales de cálculo:

Tramo 1:  $Q_1 = 1,02$  l/s

### 2) Cálculo del caudal simultáneo

Según la tabla de determinación del caudal de cálculo o caudal simultáneo según apartado 5 de la Norma UNE 149201:2017.

Tramo 1:  $Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14 = 0,682 \times (1,02)^{0,45} - 0,14 = \mathbf{0,55}$  l/s

### 3) Velocidad

Según el CTE, para tuberías termoplásticas y multicapas la velocidad tiene que estar entre 0,50 m/s y 3,50 m/s, por lo que elegimos una velocidad de 1,50 m/s.

### 4) Obtención del diámetro

A partir de la siguiente fórmula, utilizando el caudal y la velocidad, se obtiene un primer diámetro interior:

$$S = \frac{Q}{V} \rightarrow \phi = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi \times V}}$$

Dónde:

S= sección (m<sup>2</sup>)

Q= caudal máximo (l/s)

V= velocidad (m/s)

Ø= diámetro interior (mm)

Tramo 1:

$$S_1 = \frac{1,02 \text{ l/s}}{3 \text{ m/s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3} = 3,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 \times 1,02 \text{ l/s}}{\pi \times 3 \text{ m/s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}}} = 0,0208 \text{ m} = 20,8 \text{ mm}$$

Según la tabla 4.3 del CTE DB-HS 4 Suministro de Agua, una vez calculado el diámetro interior, se elige un diámetro nominal para cada tramo:

TRAMO 1	
Sección	$6,8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Diámetro calculado	20,8 mm
Diámetro exterior	32 mm
Diámetro interior	26,2 mm

Tabla 5: Características tramo de ACS.

Velocidad tramo 1:

$$V = \frac{Q \times 4}{\pi \times D^2} = \frac{1,02 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 4}{\pi \times 0,0262^2 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}} = 1,89 \text{ m/s}$$

## 5) Limitaciones del CTE

Presión mínima: 100 kPa para grifos comunes y 150 kPa para fluxores y calentadores.

La presión máxima no debe superar los 500 kPa.

Las limitaciones por diámetros se muestran en la siguiente tabla del CTE.

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20

Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

**Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación**

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	20
Columna (montante o descendente)	¾	20
Distribuidor principal	1	25
< 50 kW	½	12
Alimentación equipos de climatización 50 - 250 kW	¾	20
250 - 500 kW	1	25
> 500 kW	1 ¼	32

Según las tablas, los diámetros de derivaciones y de alimentación de los tres tramos cumplen con lo establecido en el CTE.

## 6) Cálculo de pérdidas de carga

### b. Pérdidas de carga lineales

Se calculan según la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h = f \times \frac{LV^2}{D \cdot 2g}$$

El coeficiente de fricción  $f$  depende del número de Reynolds y de  $\epsilon$ .

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\epsilon_r}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right)$$

$$Re = \frac{VD}{\mu}$$

Tramo 1:

Longitud: 28,84 m

$$Re = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} \times 1,89 \frac{m}{s} \times 0,0262 m}{0,001002 Pas} = 49419,16$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\frac{0,007 \text{ mm}}{26,2 \text{ mm}}}{3,7} + \frac{5,74}{49419,16^{0,9}} \right) \rightarrow f = 0,021$$

$$h = 0,021 \times \frac{28,84 \text{ m} \times 1,89^2 \text{ m/s}}{0,0262 \text{ m} \times 2 \times 9,8} = 4,21 \text{ m}$$

Pérdidas localizadas: según el CTE se admite usar un 25% de las continuas.

$$0,25 \times 4,21 \text{ m} = 1,05 \text{ m}$$

TRAMO 1	Pérdidas de carga
Re= 36850,03 f= 0,024	
Pérdidas continuas	4,21 m.c.a
Pérdidas localizadas	1,05 m.c.a
Pérdidas geométricas	2 m.c.a
<b>ΔH total</b>	<b>7,26 m.c.a</b>

Tabla 6: Pérdidas de carga.

## 7) Comprobación a los puntos de consumo

El tramo más desfavorable es el tramo 1, se hacen las comprobaciones en cuanto al CTE:

$$\text{Presión: } 500 \text{ kPa} - 72,6 \text{ kPa} = 427,4 \text{ kPa} \rightarrow 427,4 \text{ kPa} > 100 \text{ kPa}$$

**CUMPLE**

## 8) Determinación del armario o cámara para el contador

Tabla 4.1 Dimensiones del armario y de la arqueta para el contador general

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

El diámetro mayor es de 26,20 mm, por lo tanto, según la tabla 4.1 del CTE, las dimensiones del armario son de 900 x 500 x 500 mm.



# **ANEJO 11 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1. Introducción .....	2
2. Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios .....	2
2.1 Establecimiento .....	2
2.2 Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación en relación con su entorno .....	2
2.3 Características de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco .....	3
3. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco .....	5
3.1 Sectorización de los establecimientos industriales .....	5
3.2 Materiales .....	6
3.3 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes .....	6
3.4 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento .....	6
3.5 Evacuación de los establecimientos industriales .....	7
3.5.1 Número y disposición de las salidas .....	7
3.5.2 Disposición de escaleras y aparatos elevadores .....	7
3.5.3 Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras .....	8
3.5.4 Señalización e iluminación .....	8
3.5.5 Señalización de los medios de protección .....	8
3.6 Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales .....	8
4. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales .....	9
4.1 Sistemas automáticos de detección de incendio .....	9
4.2 Sistemas manuales de alarma de incendio .....	9
4.3 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios .....	9
4.3.1 Sistema de hidrantes exteriores .....	10
4.3.2 Extintores de incendio .....	10
4.3.4 Sistemas de bocas de incendio equipadas .....	11
4.3.5 Sistemas de columna seca .....	11
4.3.6 Sistemas de rociadores automáticos de agua .....	11
4.4 Sistemas de alumbrado de emergencia .....	11
4.5 Señalización .....	12
5. Patio exterior .....	12

## 1. Introducción

El objetivo de este anejo es establecer los requisitos que deben cumplir los establecimientos y las instalaciones de uso industrial por su seguridad en caso de incendio.

Se basa en la aplicación del RD 2267/2004, Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.

Este reglamento aplica para industrias y almacenamientos industriales, por lo que se ajusta perfectamente al proyecto.

## 2. Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios

### 2.1 Establecimiento

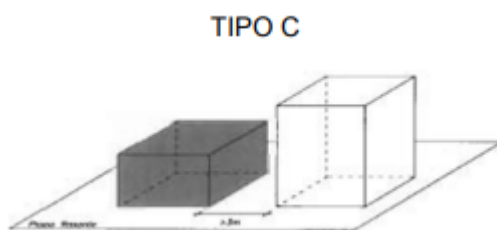
Se entiende por establecimiento el conjunto de edificios, edificio, zona de este, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén, según lo establecido en el artículo 2, destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo.

Los establecimientos industriales se caracterizarán por:

- a) Su configuración y ubicación con relación a su entorno.
- b) Su nivel de riesgo intrínseco.

### 2.2 Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación en relación con su entorno

Existen diversas configuraciones que puede tener un edificio. La industria de elaboración de derivados del tomate corresponde a un edificio de TIPO C: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.





### 2.3 Características de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco

Los establecimientos industriales, en general, estarán constituidos por una o varias configuraciones de los tipos A, B, C, D y E. Cada una de estas configuraciones constituirá una o varias zonas (sectores o áreas de incendio) del establecimiento industrial.

En nuestro caso, para edificios del tipo C se considera «sector de incendio» el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso. Para calcular el riesgo intrínseco de toda la industria, seguiremos lo establecido en el anexo 3 del Reglamento.

Se calcula la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio:

- a) Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

donde:

$Q_{si}$  = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$S_i$  = superficie de cada zona con proceso diferente en m<sup>2</sup>.

$q_{si}$  = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$C_i$  = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio.

$R_a$  = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

$A$  = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.

- b) Para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} C_i h_i S_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

$Q_s$ ,  $C_i$ ,  $R_a$  y  $A$  tienen la misma significación que en el apartado anterior.

$q_{vi}$  = carga de fuego, aportada por cada m<sup>3</sup> de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio, en MJ/m<sup>3</sup> o Mcal/m<sup>3</sup>

$h_i$  = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, en m.

$S_i$  = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio en m<sup>2</sup>.

→ Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento: (según la tabla 1.2 del BOE)

ZONA	Descripción de la actividad	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$C_i$	$Q_s$ (MJ/m <sup>2</sup> )	$R_a$
1	Laboratorio	54,14	1	500	1,5
2	Zona de recepción de materia prima y zona de producción	505,09	1	100	1,5
3	Sala de calderas	20	1	200	1
4	Aseos y vestuarios	142,59	1	100	1
5	Oficinas y sala de reuniones	44,78	1,30	700	1,5
6	Recepción de personal	29,34	1	500	1
7	Comedor	19	1	200	1
8	Pasillos	214,79	1	100	1
9	Cámara frigorífica	49,15	1	2000	2

$$\sum Q_s = 582,92 \text{ MJ/m}^2$$

→ Para actividades de almacenamiento:

ZONA	Descripción de la actividad	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$C_i$	$Q_v$ (MJ/m <sup>2</sup> )	$R_a$
1	Sala de limpieza CIP	16	1,30	500	1,5
2	Almacén de materia prima	81,13	1,30	3400	2
4	Zona de envasado, expedición, almacén de envases y embalajes, almacén de producto final y muelle de expedición	493,57	1,30	1000	2

$$\sum Q_v = 3413,02 \text{ MJ/m}^2$$

$$Q_e = \frac{\sum (Q_{ei} \times A_{ei})}{\sum A_{ei}}$$

$$Q_e = \frac{(582,92 \times 1.078,88) + (3.413,02 \times 590,7)}{1.078,88 + 590,7} = 1.584,21 \text{ MJ/m}^2$$

**TABLA 1.3**

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Una vez evaluada la carga de fuego, ponderada y corregida, el nivel de riesgo del establecimiento industrial se deduce de la tabla 1.3 del Reglamento.

**1.275 < Q<sub>e</sub> < 1.700 MJ/m<sup>2</sup>      NIVEL RIESGO MEDIO (4)**

### 3. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco

#### 3.1 Sectorización de los establecimientos industriales

Todo establecimiento industrial constituirá, al menos, un sector de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo A, tipo B o tipo C.

La máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio será la que se indica en la tabla siguiente:

#### Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m <sup>2</sup> )	TIPO B (m <sup>2</sup> )	TIPO C (m <sup>2</sup> )
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO	NO ADMITIDO	(3)	(3)(4)
6		2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

En este caso tenemos un edificio TIPO C y un nivel intrínseco MEDIO de nivel 4, por lo que la superficie máxima construida puede ser de 4.000 m<sup>2</sup>.

**La superficie total de la industria es de 1.750 m<sup>2</sup> por lo que toda la industria puede considerarse un único sector de incendios.**

### 3.2 Materiales

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado «CE».

Productos de revestimientos: los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

-En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.

-En paredes y techos: C-s3 d0(M2), o más favorable.

Los lucernarios que no sean continuos o instalaciones para eliminación de humo que se instalen en las cubiertas serán al menos de clase D-s2d0 (M3) o más favorable.

Los materiales de los lucernarios continuos en cubierta serán B-s1d0 (M1) o más favorable.

Los materiales de revestimiento exterior de fachadas serán C-s3d0 (M2) o más favorables.

Productos incluidos en paredes y cerramientos:

Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 3.1, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI 30 (RF-30).

Otros productos: los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados deben ser de clase B-s3 d0 (M1) o más favorable.

Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A1 (M0).

### 3.3 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

**Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes**

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF -120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF-120)	R 120 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF -180)	R 120 (EF -120)	R 120 (EF -120)	R 90 (EF - 90)

Según la siguiente tabla del Reglamento, para edificios de tipo C y riesgo medio, se debe emplear un material R 60 (EF – 60).

### 3.4 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda

de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

- Capacidad portante R.
- Integridad al paso de llamas y gases calientes E.
- Aislamiento térmico I.

### 3.5 Evacuación de los establecimientos industriales

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P:

$P = 1,10 \times p$ , cuando  $p < 100$

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendios.

$P = 1,10 \times 24 = 26,4 \rightarrow P = 27$

#### 3.5.1 Número y disposición de las salidas

Los de riesgo intrínseco medio deberán disponer de dos salidas cuando su número de empleados sea superior a 50 personas.

Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro y prevalecerán sobre las establecidas en el artículo 7.2 de la NBE/CPI/96:

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas:

Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35 m (**)	50 m
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	—	25 m

(\*\*\*) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

Salidas propias de la empresa:

Recepción  
Aseos y vestuarios  
Recepción de materia prima  
Zona de expedición  
Salida pasillo

Salidas de evacuación:

Recepción de materia prima  
Salida pasillo  
Zona de expedición

#### 3.5.2 Disposición de escaleras y aparatos elevadores

Las escaleras que se prevean para evacuación descendente serán protegidas, conforme al apartado 10.1 de la NBE/CPI/96, cuando se utilicen para la evacuación de establecimientos

industriales que, en función de su nivel de riesgo intrínseco, superen la altura de evacuación siguiente:

Riesgo medio: 15 m.

En este caso la altura no supera los 15 m.

### **3.5.3 Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras**

La anchura libre de las puertas de salida de evacuación es mayor de 0,80 metros, las hojas cumplen con lo establecido en la norma y son fáciles de manejar.

La anchura libre en pasillos de recorrido de evacuación debe ser al menos de 1 metro, en este caso, el pasillo central tiene 3 metros de ancho, y los pasillos de la zona social, de oficinas y de aseos y vestuarios tienen 2 metros de ancho.

Como la planta de arriba está destinada al uso de menos de 10 personas, no es obligatorio seguir ninguna de las condiciones que aparecen en el artículo 9 de la NBE-CPI/96 para dimensionamiento de las escaleras.

### **3.5.4 Señalización e iluminación**

Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos que deben seguirse desde todo origen de evacuación hasta un punto desde el que sea directamente visible la salida o la señal que la indica.

En los puntos de los recorridos de evacuación que deban estar señalizados en los que existen alternativas que puedan inducir a error también se dispondrán las señales antes citadas. De forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta.

En dichos recorridos, las puertas que no sean de salida y que puedan inducir a error en la evacuación, deberán señalizarse con la señal correspondiente definida en la norma UNE 23 033 dispuesta en lugar fácilmente visible y próxima a la puerta.

Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes a cada salida realizada conforme a las condiciones establecidas en el apartado 7.4. Para indicar las salidas, de uso habitual o de emergencia se utilizarán las señales definidas en la norma UNE 23 034.

### **3.5.5 Señalización de los medios de protección**

Deben señalizarse los medios de protección contra incendios de utilización manual, que no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida por dicho medio, de forma tal que desde dicho punto la señal resulte fácilmente visible. Las señales serán las definidas en la norma UNE 23 033 y su tamaño será el indicado en la norma UNE 81 501:

Lo norma UNE 87 501 establece que la superficie de cada señal en m<sup>2</sup>, sea al menos igual al cuadrado de la distancia de observación, en metros, dividida por 2000.

## **3.6 Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales**

Dispondrán de sistema de evacuación de humos:

- a) Los sectores con actividades de producción

- 1.º De riesgo intrínseco medio y superficie construida  $\geq 2000 \text{ m}^2$ .
  - 2.º De riesgo intrínseco alto y superficie construida  $\geq 1000 \text{ m}^2$ .
- b) Los sectores con actividades de almacenamiento:
- 1.º De riesgo intrínseco medio y superficie construida  $\geq 1000 \text{ m}^2$ .
  - 2.º De riesgo intrínseco alto y superficie construida  $\geq 800 \text{ m}^2$ .

Como el edificio es de riesgo intrínseco medio y la superficie construida es de  $1775 \text{ m}^2$  no dispondrá de sistema de evacuación de humos.

El edificio dispondrá de un sistema de ventilación natural para la evacuación de humos y gases.

#### **4. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales**

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquél.

##### **4.1 Sistemas automáticos de detección de incendio**

Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

Actividades de almacenamiento si:

Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de  $1.500 \text{ m}^2$  o superior.

Por lo tanto, colocaremos un sistema de detección de incendios.

##### **4.2 Sistemas manuales de alarma de incendio**

Como ya disponemos de un sistema de detección automática de incendios, no es necesario colocar un sistema manual.

##### **4.3 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios**

Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios:

Cuando sea necesario para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como:

Red de bocas de incendio equipadas (BIE).

Red de hidrantes exteriores.

Rociadores automáticos.

Agua pulverizada.

Espuma.

#### 4.3.1 Sistema de hidrantes exteriores

##### Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m <sup>2</sup> )	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥ 300	NO	SÍ	
	≥ 1000	SÍ*	SÍ	
B	≥ 1000	NO	NO	SÍ
	≥ 2500	NO	SÍ	SÍ
	≥ 3500	SÍ	SÍ	SÍ
C	≥ 2000	NO	NO	SÍ
	≥ 3500	NO	SÍ	SÍ
D o E	≥ 5000	SÍ	SÍ	SÍ
	≥ 15000	SÍ	SÍ	SÍ

Como tenemos un edificio TIPO C de riesgo MEDIO y una superficie total de 1775 m<sup>2</sup> no es necesario un sistema de hidrantes exteriores.

#### 4.3.2 Extintores de incendio

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre.

En esta industria la clase de fuego es de tipo A, que corresponde a fuegos de materiales sólidos y generalmente de naturaleza orgánica donde la combustión se realiza con formación de brasas. El agente exterior elegido es el polvo ABC polivalente.

##### Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).
Medio	21A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).
Alto	34A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).

Como tenemos un riesgo medio la eficacia mínima del extintor será 21A, y el área máxima protegida del sector de incendio será de hasta 400 m<sup>2</sup>.

Se colocará un extintor más por cada 200 m<sup>2</sup>.

Por lo tanto:

Tenemos un área de 1775 m<sup>2</sup> – 400 m<sup>2</sup> = 1375 m<sup>2</sup>

1375/200 = 6,87 extintores → Habrá que colocar 7 extintores más.

La distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m, por lo tanto, se colocarán 8 extintores.



El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

#### 4.3.4 Sistemas de bocas de incendio equipadas

Se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas si:

Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m<sup>2</sup> o superior.

La superficie es de 1775 m<sup>2</sup> por lo tanto será necesario.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

Para un riesgo medio el tipo de BIE es de 45 mm de diámetro, simultaneidad 2 y 60 minutos de autonomía.

El caudal mínimo por norma es de 0,5 l/min m<sup>2</sup> y tenemos una superficie de 1775 m<sup>2</sup>, por lo tanto:

$$0,5 \times 1750 = 875 \text{ l/min}$$

El caudal del BIE de 45 mm es de 2,60 l/s, por lo tanto:

$$14,58 \text{ l/s} / 2,60 \text{ l/s} = 5,60 \text{ BIE} \rightarrow \text{Nº de BIE necesarios: 6}$$

Se utilizará una tubería de PVC de 65 mm, e irá independiente de la instalación de suministro de agua.

#### 4.3.5 Sistemas de columna seca

No es necesario un sistema de columna seca porque la altura de evacuación no es de 15 metros o superior.

#### 4.3.6 Sistemas de rociadores automáticos de agua

No es necesario un sistema de rociadores automáticos de agua porque la superficie total construida no supera los 2000 m<sup>2</sup>.

**Los sistemas de hidrantes exteriores, sistemas de columna seca y sistemas de rociadores automáticos de agua no son necesarios en la industria.**

#### 4.4 Sistemas de alumbrado de emergencia

Es necesario un sistema de alumbrado de emergencia porque la ocupación de la industria es mayor de 10 personas y es de riesgo medio.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de un lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de cinco lux en los espacios definidos en el apartado 16.2 de este anexo.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

#### **4.5 Señalización**

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- a) Las características de la señal.
- b) Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- c) La extensión de la zona a cubrir.
- d) El número de trabajadores afectados.

-La eficacia de la señalización no deberá resultar disminuida por la concurrencia de señales o por otras circunstancias que dificulten su percepción o comprensión.

-La señalización de seguridad y salud en el trabajo no deberá utilizarse para transmitir informaciones o mensajes distintos o adicionales a los que constituyen su objetivo propio.

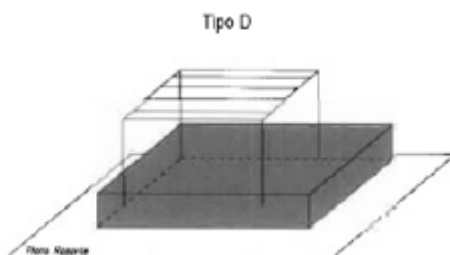
La señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

-Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento.

### **5. Patio exterior**

La zona pavimentada que rodea la nave industrial tiene una superficie de 3.725 m<sup>2</sup>, en ella se encuentran los aparcamientos, la báscula para camiones y el contenedor de residuos.

Este patio conforma un área de incendio tipo D, que según el Real Decreto 2267/2004, la superficie que ocupa constituye un área de incendio abierta, definida solamente por su perímetro.



El nivel de riesgo intrínseco del área de fuego se calcula igual que anteriormente:

ÁREA	Descripción de la actividad	$S_i$ (m <sup>2</sup> )	$C_i$	$Q_s$ (MJ/m <sup>2</sup> )	$R_a$
1	Aparcamiento	263,28	1	200	1,5

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} C_i h_i S_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

$$Q_s = 300 \text{ MJ/m}^2$$

### Nivel RIESGO BAJO (1)

El patio exterior no requiere medidas especiales de evacuación.



# ANEJO 12

## INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1. Introducción .....	2
2. Temperaturas de cálculo.....	2
3. Instalación .....	3
4. Aislamiento.....	3
4.1 Cálculo de coeficientes superficiales de transmisión de calor.....	4
4.2 Cálculo de espesores.....	5
5. Necesidades de refrigeración.....	6
5.1 Enfriamiento del producto .....	6
5.2 Calor transmitido por las personas .....	7
5.3 Calor liberado por la iluminación interior .....	7
5.4 Calor transmitido a través de paredes y techos.....	7
5.5 Calor del aire exterior entrante en la cámara .....	8
5.6 Calor liberado por los ventiladores .....	9
5.7 Necesidades frigoríficas totales .....	9
6. Elección del equipo .....	9

## 1. Introducción

El objetivo de este anejo es el cálculo de las necesidades frigoríficas de la cámara de refrigeración, para conseguir un equipo adecuado.

Se va a utilizar panel sándwich de poliuretano como aislante térmico. Este panel está compuesto por una parte de espuma rígida de poliuretano en el centro y dos placas metálicas en ambos lados externos.

Este material tiene una elevada capacidad aislante por su baja conductividad térmica, es muy resistente al paso del tiempo y tiene una larga vida útil. Este material es uno de los aislantes más eficientes, puesto que requiere menos espesor para aislar lo mismo que cualquier otro material.

### Características:

- Densidad: 40 kg/m<sup>3</sup>
- Conductividad térmica: 0,025 W/m °C
- Buena resistencia al fuego
- Capacidad autoportante

Se va a utilizar el refrigerante R-290, cuyas características son las siguientes:

### Características físicas refrigerante R-290 (propano):

<b>Peso molecular</b>	44,1 kg/KMol
<b>Temperatura de ebullición</b>	-42,1 °C
<b>Temperatura crítica</b>	96,7°C
<b>Presión crítica</b>	42,48 bar
<b>Temperatura de autoignición</b>	460 °C

Tabla 1: características físicas refrigerante R-290

## 2. Temperaturas de cálculo

La industria está situada en Viana, por lo que se van a considerar las temperaturas de esta localidad para el cálculo de la instalación.

<b>Mes</b>	<b>Temperatura media (°C)</b>	<b>Temperatura media mínima (°C)</b>	<b>Temperatura media máxima (°C)</b>
<b>Enero</b>	5,7	2,2	9,2
<b>Febrero</b>	7	2,9	11,1
<b>Marzo</b>	9,9	4,9	15,0
<b>Abril</b>	12	6,7	17,4

<b>Mayo</b>	15,8	10,1	21,6
<b>Junio</b>	19,9	13,4	26,4
<b>Julio</b>	22,6	15,6	29,6
<b>Agosto</b>	22,7	15,9	29,4
<b>Septiembre</b>	19,2	13,3	25,2
<b>Octubre</b>	14,7	9,8	19,7
<b>Noviembre</b>	9,3	5,7	13,0
<b>Diciembre</b>	6,2	2,9	9,5
<b>Anual</b>	13,8	8,6	18,9

Tabla 1: Valores de las temperaturas registradas en la estación manual de Viana, en el periodo de tiempo 1982-2018.

Para la obtención de la temperatura de cálculo se van a tener en cuenta la temperatura media y máxima del mes más cálido.

El mes más cálido es agosto, con una temperatura media de 22,7 °C y una temperatura máxima de 29,4 °C.

$$T^a \text{ de cálculo} = 0,4 \times T_{me} + 0,6 \times T_{max} = 0,4 \times 22,7 + 0,6 \times 29,4 = 26,72 \text{ °C}$$

Según la orientación, se calcula cada temperatura:

**Norte:**  $0,6 \times T_c = 0,6 \times 26,72 = 16,03 \text{ °C}$

**Sur:**  $T_c = 26,72 \text{ °C}$

**Este:**  $0,8 \times T_c = 0,8 \times 26,72 = 21,37 \text{ °C}$

**Oeste:**  $0,9 \times T_c = 0,9 \times 26,72 = 24,04 \text{ °C}$

**Cubierta:**  $T_c + 12 = 26,72 + 12 = 38,72 \text{ °C}$

**Suelo:**  $(T_c + 15) / 2 = (26,72 + 15) / 2 = 20,86 \text{ °C}$

### 3. Instalación

En la industria hay una sola cámara de refrigeración, donde se van a almacenar los tomates, los cuales necesitan una temperatura de almacenamiento de 10 °C.

### 4. Aislamiento

El aislamiento utilizado es panel sándwich de poliuretano, cuya función es reducir al mínimo las pérdidas de frío por puertas, paredes, techo y suelo.

En la cara oeste, que da al exterior, se tiene en cuenta el cerramiento de panel sándwich de espuma de poliuretano.

#### 4.1 Cálculo de coeficientes superficiales de transmisión de calor

Según la tabla 2.1 del NBE CT 79, se obtienen los siguientes coeficientes:

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Situación del cerramiento					
	De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
	1/h <sub>i</sub>	1/h <sub>e</sub>	1/h <sub>i</sub> +1/h <sub>e</sub>	1/h <sub>i</sub>	1/h <sub>e</sub>	1/h <sub>i</sub> +1/h <sub>e</sub>
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la hori- zontal > 60° y flujo horizontal	0,13 (0,11)	0,07 (0,06)	0,20 (0,17)	0,13 (0,11)	0,13 (0,11)	0,26 (0,22)
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la hori- zontal ≤ 60° y flujo ascen- dente	0,11 (0,09)	0,06 (0,05)	0,17 (0,14)	0,11 (0,09)	0,11 (0,09)	0,22 (0,18)
Cerramientos horizontales y flujo descen- dente	0,20 (0,17)	0,06 (0,05)	0,26 (0,22)	0,20 (0,17)	0,20 (0,17)	0,40 (0,34)

Resistencias térmicas superficiales en m<sup>2</sup> h °C/kcal  
(m<sup>2</sup> °C/W)

Tabla 2: coeficientes superficiales de transmisión de calor

	1/h <sub>i</sub>	1/h <sub>e</sub>	1/h <sub>i</sub> + 1/h <sub>e</sub>
Cerramientos verticales interiores	0,11	0,06	0,17
Cerramiento vertical exterior (sólo cara oeste)	0,11	0,11	0,22
Cubierta	0,09	0,05	0,14
Suelo	0,17	0,05	0,22

Tabla 3: Resistencias térmicas superficiales (m<sup>2</sup> °C/W)

Cara oeste: cerramiento compuesto de panel sándwich de espuma de poliuretano de fachada exterior + panel sándwich poliuretano en el interior.

Cara este: panel sándwich poliuretano

Cara sur: panel sándwich poliuretano

Cara norte: panel sándwich poliuretano

$$\frac{1}{K} = \sum \frac{L}{\lambda} + \left( \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} \right)$$

Cubierta :



$$\frac{1}{K} = \left( \frac{0,1 \text{ m}}{0,025 \frac{W}{m^{\circ}C}} + 0,14 \right) = 4,14; K = \mathbf{0,242 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}C/W}$$

Suelo:

$$\frac{1}{K} = \left( \frac{0,04 \text{ m}}{0,025 \frac{W}{m^{\circ}C}} + 0,22 \right) = 1,82; K = \mathbf{0,549 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}C/W}$$

Cerramiento este:

$$\frac{1}{K} = \left( \frac{0,06 \text{ m}}{0,025 \frac{W}{m^{\circ}C}} + 0,17 \right) = 2,57; K = \mathbf{0,389 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}C/W}$$

Cerramiento sur:

$$\frac{1}{K} = \left( \frac{0,06 \text{ m}}{0,025 \frac{W}{m^{\circ}C}} + 0,17 \right) = 2,57; K = \mathbf{0,389 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}C/W}$$

Cerramiento norte:

$$\frac{1}{K} = \left( \frac{0,04 \text{ m}}{0,025 \frac{W}{m^{\circ}C}} + 0,17 \right) = 1,77; K = \mathbf{0,564 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}C/W}$$

Cerramiento oeste:

$$\frac{1}{K} = \left( \frac{0,04 \text{ m}}{0,025 \frac{W}{m^{\circ}C}} + 0,17 \right) + \left( \frac{0,05 \text{ m}}{0,69 \frac{W}{m^{\circ}C}} + 0,22 \right) = 2,06; K = \mathbf{0,48 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}C/W}$$

#### 4.2 Cálculo de espesores

Para el cálculo de los espesores se utiliza la siguiente ecuación:

$$e = \frac{\lambda \times \Delta T}{q}$$

Donde:

e: espesor del aislante (m)

$\lambda$ : conductividad térmica del aislante ( $\text{W/m } ^\circ\text{C}$ )

$\Delta T$ : variación de temperatura ( $^\circ\text{C}$ )

$q$ : flujo máximo de calor en cámaras de conservación ( $\text{W/m}^2$ )

La conductividad térmica del aislante utilizado es  $\lambda = 0,025 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$ , y el flujo máximo de calor es  $8 \text{ W/m}^2$ .

	Norte	Sur	Este	Oeste	Cubierta	Suelo
<b>Tª exterior (<math>^\circ\text{C}</math>)</b>	16,03	26,72	21,37	24,04	38,72	20,86
<b>Tª interior (<math>^\circ\text{C}</math>)</b>	10	10	10	10	10	10
<b>Espesor mínimo (mm)</b>	18,8	52,2	35,5	43,8	89,75	34
<b>Espesor comercial (mm)</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>40</b>

Tabla 4: Espesores de los cerramientos.

Los espesores utilizados van a ser los siguientes:

-Para las paredes: se va a optar por colocar en las paredes sur y este un espesor  $e = 60 \text{ mm}$ , en la pared norte se optará por un espesor  $e = 40 \text{ mm}$  y en la pared oeste por un espesor de  $e = 60 + 50 \text{ mm}$ .

-Para la cubierta: el aislamiento va a ser de un espesor  $e = 100 \text{ mm}$ .

-Para el suelo: el aislamiento va a tener el espesor  $e = 40 \text{ mm}$ .

## 5. Necesidades de refrigeración

### 5.1 Enfriamiento del producto

Consiste en la cantidad de calor que se debe eliminar para reducir la temperatura del alimento desde el valor inicial hasta el valor adecuado para su almacenamiento.

$$Q = \frac{m \times C_1 \times \Delta T \times 1,1}{86,4}$$

Donde:

$Q$ : calor de refrigeración (W)

$m$ : masa diaria de entrada del producto ( $\text{kg/día}$ )

$C_1$ : calor específico másico antes de la congelación ( $\text{kJ/kg K}$ )

$\Delta T$ : diferencia de temperatura entre la temperatura de entrada del producto y la temperatura de la cámara ( $^\circ\text{C}$ )

$$Q = \frac{25.000 \text{ kg/día} \times 4 \text{ kJ/kgK} \times (20^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) \times 1,1}{86,4} = 12.731,48 \text{ W}$$

### 5.2 Calor transmitido por las personas

El calor liberado por el tránsito de las personas en la cámara se calcula de la siguiente manera:

$$Q = \frac{q \times n \times t}{24}$$

Donde:

Q: calor liberado por las personas (W)

q: calor por persona (W)

n: número de personas que entran al día

t: tiempo de permanencia de cada persona (h/día)

$$Q = \frac{210 \text{ W} \times 2 \text{ personas} \times 2 \text{ h/día}}{24} = 35 \text{ W}$$

### 5.3 Calor liberado por la iluminación interior

$$Q = \frac{P \times n \times t \times f}{24}$$

Donde:

Q: calor liberado por la iluminación (W)

P: potencia nominal de una lámpara (W)

n: número de lámparas

t: tiempo de funcionamiento (h/día)

f: factor de corrección

$$Q = \frac{120 \times 3 \text{ h/día}}{24} = 15 \text{ W}$$

### 5.4 Calor transmitido a través de paredes y techos

$$Q = K \times A \times \Delta T$$

Donde:

Q: calor liberado por paredes y techos (W)

K: coeficiente de transmisión térmica (W/m<sup>2</sup> K)

A: superficie del cerramiento ( $m^2$ )

$\Delta T$ : diferencia de temperatura entre el exterior y el interior ( $^{\circ}C$ )

El coeficiente de transmisión térmica se calcula de la siguiente manera:

Cerramiento	T <sup>a</sup> interior ( $^{\circ}C$ )	T <sup>a</sup> exterior ( $^{\circ}C$ )	Espesor (m)	A ( $m^2$ )	K (W/ $m^2$ K)	Q (W)
Norte	10	16,03	0,040	38,4	0,564	130,60
Sur	10	26,72	0,060	38,4	0,389	249,76
Este	10	21,37	0,060	46,08	0,389	203,80
Oeste	10	24,04	0,060	46,08	0,48	310,54
Cubierta	10	38,72	0,100	49,15	0,242	341,60
Suelo	10	20,86	0,40	49,15	0,549	293,04
<b>TOTAL</b>						<b>1.529,34</b>

Tabla 5: Calor transmitido a través de paredes y techos

### 5.5 Calor del aire exterior entrante en la cámara

Es necesario realizar una renovación de aire con mayor o menor frecuencia, esta renovación se da con la apertura y cierre de puertas, la cual se calcula de la siguiente forma:

$$Q = \frac{V \times n \times (H_{ext} - H_{int}) \times \delta_{ext}}{86,4}$$

Donde:

Q: potencia calorífica aportada por el aire (W)

V: volumen interior de la cámara ( $m^3$ )

n: número de renovaciones de aire al día

H<sub>ext</sub>: entalpía del aire exterior (kJ/kg) → A una humedad relativa del 60% y temperatura 23  $^{\circ}C$  H<sub>ext</sub> = 50 kJ/kg

H<sub>int</sub>: entalpía del aire interior (kJ/kg) → A una humedad relativa del 90% y temperatura 10  $^{\circ}C$ , H<sub>int</sub> = 27,5 kJ/kg

$\delta_{ext}$ : densidad del aire exterior ( $kg/m^3$ )

$$Q = \frac{294,9 m^3 \times 4 \times \left( 50 \frac{kJ}{kg} - 27,5 \frac{kJ}{kg} \right) \times 1,15 kg/m^3}{86,4} = 353,26 W$$

### 5.6 Calor liberado por los ventiladores

Es el calor que desprenden los motores del equipo de refrigeración. Todavía no se ha elegido el equipo que se va a utilizar, por lo tanto, se estima en un 25% de todo el calor calculado anteriormente.

$$12.731,48 \text{ W} + 35 \text{ W} + 15 \text{ W} + 1.529,34 \text{ W} + 353,26 \text{ W} = 14.664,08 \text{ W}$$

El calor liberado por los ventiladores es el siguiente:

$$Q = 14.664,08 \text{ W} \times 0,25 = \mathbf{3.666,02 \text{ W}}$$

### 5.7 Necesidades frigoríficas totales

$$12.731,48 \text{ W} + 35 \text{ W} + 15 \text{ W} + 1.529,34 \text{ W} + 353,26 \text{ W} + 3.625,58 \text{ W} = \mathbf{18.289,66 \text{ W}}$$

Se van a incrementar en un 10% las necesidades frigoríficas por seguridad.

$$18.289,66 \text{ W} \times 1,1 = \mathbf{20.118,62 \text{ W}}$$

## 6. Elección del equipo

Se va a seleccionar una unidad evaporadora de tipo cúbico MKC-NF-44351 para refrigerante R-404A, que se asemeja al refrigerante R-290 utilizado.

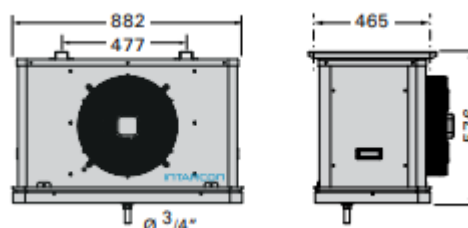
Consta de válvulas de regulación incorporadas y cuadro de control, construida de acero galvanizado prelacado.

Este equipo tiene una potencia frigorífica de 26.180 W a 10°C y 85 % de humedad relativa.

A continuación, se detallan las características técnicas del evaporador:

Refrigerante	R-404A
Alimentación	230 V-I-50 Hz
Potencia frigorífica	26.180 W
Batería	
Paso de aleta	4 mm
Superficie	63,2 m <sup>2</sup>
Volumen	12,8 l
Ventiladores	
Caudal del ventilador	8.000 m <sup>3</sup> /h
Potencia ventilador	660 W
Intensidad máxima	2,3 A
Desescarche eléctrico	9 x 1.000 W
Peso	118 kg

**Tabla 6: Equipo de frío**





# **ANEJO 13**

## **INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO**

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1. Introducción .....	2
2. Necesidades de aire comprimido.....	2
3. Selección del equipo .....	2
4. Cálculo de la instalación .....	3
5. Cálculo de la caída de presión.....	4

## 1. Introducción

El aire comprimido se utiliza como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

Se va a utilizar en la industria objeto del presente proyecto para hacer funcionar varios de los equipos utilizados en el proceso productivo.

Este anejo consiste en la realización de la instalación de aire comprimido, siguiendo el R.D. 2060/2008 de 12 de diciembre: Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

## 2. Necesidades de aire comprimido

En la siguiente tabla se muestran los equipos que utilizan aire comprimido y sus requerimientos:

Equipo	Necesidades (m <sup>3</sup> /min)	Presión de trabajo (bar)
Esterilizador	0,32	3
Envasadora de botes	0,33	1,5
Encajadora-paletizadora	0,33	1,5
<b>Total</b>	<b>0,98</b>	
<b>Total mayorado</b>	<b>1,08</b>	

Tabla 1: Requerimientos de aire comprimido.

Estas necesidades se van a mayorar en un 10%, por lo que las necesidades totales son de **1,08 m<sup>3</sup>/min.**

## 3. Selección del equipo

Se ha elegido un compresor de la marca KAESER KCD 840-350.

Datos técnicos:

Volumen de aspiración: 2x840 l/min

Caudal efectivo a 6 bar: 2x590 l/min

Potencia del motor: 2x4 kW

Número de cilindros: 2x2

Depósito de presión: 350 l

Anchura: 1820 mm

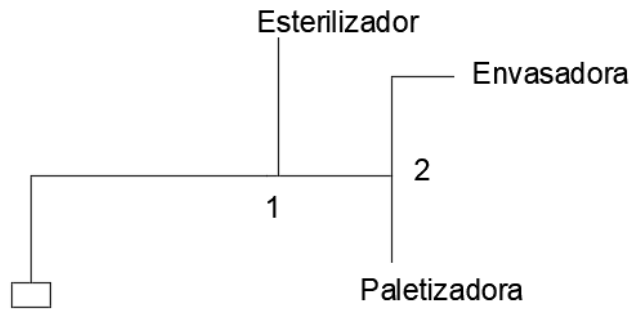
Profundidad: 660 mm

Altura: 1220 mm

Peso: 235 kg



#### 4. Cálculo de la instalación



Se van a considerar unas velocidades de 15 m/s tanto en la tubería principal como en las derivaciones.

Las tuberías son de PVC y tienen una pendiente del 0,5% para evitar condensaciones.

Con la siguiente fórmula se realiza el cálculo de la sección de cada tramo:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

Donde:

d: diámetro (mm)

Q: caudal (m³/h)

V: velocidad (m/s)

Compresor al punto 1:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 1,08 \frac{m^3}{min} \times \frac{60 min}{h}}{\pi \times 15 \frac{m}{s} \times 3600s/h}} = 0,039 m = 39 mm$$

Punto 1 al esterilizador:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,32 \frac{m^3}{min} \times \frac{60 min}{h}}{\pi \times 15 m/s \times 3600s/h}} = 0,0212 m = 21,2 mm$$

Punto 1 al punto 2:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,66 \frac{m^3}{min} \times \frac{60 min}{h}}{\pi \times 15 \frac{m}{s} \times 3600s/h}} = 0,0305 m = 30,5 m$$

Punto 2 a la envasadora:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,33 \frac{m^3}{min} \times \frac{60 min}{h}}{\pi \times 15 m/s \times 3600s/h}} = 0,0216 m = 21,6 mm$$

Punto 2 a la paletizadora:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,33 \frac{m^3}{min} \times \frac{60 min}{h}}{\pi \times 15 m/s \times 3600s/h}} = 0,0216 m = 21,6 mm$$

#### TABLA RESUMEN

Tramo	Q (m <sup>3</sup> /min)	V (m/s)	Diámetro cálculo (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro comercial (mm)
Compresor-1	1,08	15	39	42	50
1-Esterilizador	0,32	15	21,2	25	40
1-2	0,66	15	30,5	32	40
2-Envasadora	0,33	15	21,6	25	40
2-Paletizadora	0,33	15	21,6	25	40

Tabla 2: Necesidades de aire comprimido.

### 5. Cálculo de la caída de presión

Se va a calcular la pérdida de presión en la tubería para cada tramo, según la siguiente ecuación:

$$\Delta P = 450 \times \frac{q_c^{1,85} \times l}{d^5 \times p}$$

Donde:

$\Delta P$  = caída de presión (bares)

$q_c$  = caudal de aire (l/s)

$d$  = diámetro de tubería (mm)

$l$  = longitud de la tubería (m)

$p$  = presión absoluta inicial (bares)

Tramo	q (l/s)	Longitud (m)	Diámetro cálculo (mm)	Presión absoluta inicial (bar)	$\Delta P$ (bar)
Compresor-1	18	11,5	39	6	0,002
1-Esterilizador	5,3	6,5	21,2	3	0,005
1-2	11	5,5	30,5	3	0,002
2-Envasadora	5,5	4,7	21,6	1,5	0,007
2-Paletizadora	5,5	4,2	21,6	1,5	0,006
<b>TOTAL</b>	<b>0,022</b>				

Tabla 3: Características de cada tramo y caída de presión.



# ANEJO 14 INSTALACIÓN DE VAPOR

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1. Introducción .....	2
2. Equipos y requerimiento energético.....	2
3. Cálculo de la potencia de la caldera.....	4
4. Cálculo de la temperatura de entrada y salida del agua.....	4

## 1. Introducción

El presente anejo consiste en el cálculo de la instalación de vapor en la industria, necesaria para el funcionamiento de diversos equipos utilizados en el proceso productivo.

Se va a utilizar una caldera de biomasa pirotubular, de 3 pasos y horizontal, modelo UT-M, que va a trabajar con agua sobrecalentada.

Este tipo de calderas tiene una potencia de 690 a 19.200 kW, una presión de diseño de hasta 16 bar y alcanza una temperatura máxima de 190°C.

En este caso se va a trabajar a una presión de 10 bar y a una temperatura del agua de 180°C.

Cada equipo que requiere agua caliente tiene un intercambiador de calor, conectado a través de una tubería de alimentación a la caldera.

## 2. Equipos y requerimiento energético

Los equipos que utilizan vapor para su funcionamiento son los siguientes:

Escaldador: este equipo trabaja 7,5 horas diarias y tiene una capacidad de 3 toneladas por hora. La temperatura necesaria para el escaldado es de 80°C. El tomate entra al escaldador a temperatura ambiente de 23°C.

Autoclave: se van a utilizar dos autoclaves. Cada uno de ellos trabaja 2,5 horas diarias, con una capacidad de 2 toneladas por hora. La temperatura necesaria en el autoclave es de 120°C.

Esterilizador: este equipo trabaja 3,74 horas diarias y tiene una capacidad de 5 toneladas por hora. Este equipo requiere una temperatura de 100°C.

Equipo de limpieza CIP: es un equipo fijo automático que tiene un caudal de agua de 10.000 l/h. Este equipo trabaja 1 hora al día.

A continuación, se detallan los tiempos de funcionamiento de cada equipo en la siguiente tabla:

Material	Tomate triturado	Tomate gourmet	Tomate gourmet	Kétchup	Todos los equipos	
Tiempo de uso máximo (h/día)	7,5	2,5	2,5	3,74	1	
Capacidad	3 t/h	2 t/h	2 t/h	5 t/h	10.000 l/h	
Hora	Escaldador	Autoclave (a)	Autoclave (b)	Esterilizador	Limpieza a CIP	Necesidades de calor teóricas (kJ/h)
1						
2	X					684.000
3	X					684.000
4						
5	X					684.000
6	X					684.000
7						
8	X					684.000
9	X					684.000
10						
11	X			X		2.224.000
12	X	X	X	X		3.776.000
13		X	X	X		3.092.000
14	X	X	X	X		3.776.000
15	X					684.000
16					X	5.153.700

**Tabla 1: tiempo de funcionamiento de los equipos. Las horas dentro de la programación diaria en las que están funcionando están marcadas con X.**

Para calcular las necesidades de calor teóricas, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

Donde:

Q = calor intercambiado (kJ/h)

m = masa de la sustancia (kg)

C<sub>p</sub> = calor específico de la sustancia (kJ/kg °C)

ΔT = variación de temperatura (°C)

#### 1. Escaldador

$$Q = 3.000 \frac{kg}{h} \times 4 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times (80^{\circ}C - 23^{\circ}C) = 684.000 \text{ kJ/h}$$

#### 2. Autoclave

$$Q = 2.000 \frac{kg}{h} \times 4 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times (120^{\circ}C - 23^{\circ}C) = 776.000 \text{ kJ/h}$$

### 3. Esterilizador

$$Q = 5.000 \frac{kg}{h} \times 4 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times (100^{\circ}C - 23^{\circ}C) = 1.540.000 \text{ kJ/h}$$

### 4. Equipo de limpieza CIP

$$Q = 10.000 \frac{l}{h} \times 1 \frac{kg}{l} \times 4,19 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times (130^{\circ}C - 7^{\circ}C) = 5.153.700 \text{ kJ/h}$$

Según la tabla anterior, en las horas 12 y 14, trabajan a la vez el escaldador, los dos autoclaves y el esterilizador, por lo que el requerimiento energético en ese momento es la suma de éstos:

$$684.000 \frac{kJ}{h} + 776.000 \frac{kJ}{h} \times 2 + 1.540.000 \frac{kJ}{h} = 3.776.000 \frac{kJ}{h}$$

Sin embargo, el equipo CIP necesita mayor requerimiento energético, 5.153.700 kJ/h, por lo tanto, es el que se va a usar para el cálculo del caudal de agua.

## 3. Cálculo de la potencia de la caldera

Según lo calculado anteriormente, el flujo de energía que debe suministrar la caldera es de 5.153.700 kJ/h

$$Potencia\ teórica = 5.153.700 \frac{kJ}{h} \times \frac{1\ h}{3600\ s} = 1.431,58\ kW$$

La caldera seleccionada tiene una eficiencia del 95%, sin instalar condensador de vapor.

$$Potencia\ real = \frac{1.431,58\ kW}{0,95} = \mathbf{1.506,92\ kW}$$

$$Necesidades\ energéticas\ reales = 1.506,92\ kW \times \frac{3600\ s}{h} = \mathbf{5.424.972,63\ kJ/h}$$

## 4. Cálculo de la temperatura de entrada y salida del agua

A continuación, se procede a calcular la temperatura de entrada y salida del agua de la caldera. La temperatura debe ser mayor que la temperatura requerida por el equipo, y la caldera seleccionada llega hasta una temperatura máxima de 190°C, por lo tanto, se elige 180°C.

$$m_{producto} \times C_{pTomate} \times \Delta T = m_{agua} \times C_{pAgua} \times \Delta T$$



## 1. Escaldador

$$\begin{aligned} Q &= Q_{aguacaldera}; 3.000 \frac{kg}{h} \times 4 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times (80^{\circ}C - 23^{\circ}C) \\ &= 10.000 \frac{kg}{h} \times 4,19 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times (180^{\circ}C - T^a \text{ salida intercambiador}); \end{aligned}$$

$$T^a \text{ salida intercambiador} = \mathbf{163,68^{\circ}C}$$

## 2. Autoclave

$$\begin{aligned} Q &= Q_{aguacaldera}; 2.000 \frac{kg}{h} \times 4 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times (120^{\circ}C - 23^{\circ}C) \\ &= 10.000 \frac{kg}{h} \times 4,19 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times (180^{\circ}C - T^a \text{ salida intercambiador}); \end{aligned}$$

$$T^a \text{ salida intercambiador} = \mathbf{161,47^{\circ}C}$$

## 3. Esterilizador

$$\begin{aligned} Q &= Q_{aguacaldera}; 5.000 \frac{kg}{h} \times 4 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times (100^{\circ}C - 23^{\circ}C) \\ &= 10.000 \frac{kg}{h} \times 4,19 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \times (180^{\circ}C - T^a \text{ salida intercambiador}); \end{aligned}$$

$$T^a \text{ salida intercambiador} = \mathbf{143,24^{\circ}C}$$



# **ANEJO 15**

## **INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN**

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

## ÍNDICE

1. Introducción .....	3
2. Características de la energía eléctrica.....	3
3. Componentes de la instalación .....	3
3.1 Acometida .....	3
4. Instalaciones interiores .....	5
4.1 Conductores .....	5
4.2 Identificación de conductores.....	6
4.3 Subdivisión de las instalaciones .....	6
4.4 Equilibrado de cargas .....	7
4.5 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	7
4.6 Conexiones .....	7
4.7 Sistemas de instalación .....	8
4.7.1. Prescripciones Generales .....	8
4.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores .....	8
4.7.3. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.....	11
4.7.4 Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.....	11
4.7.5 Conductores aislados con cubierta bajo canales protectoras aislantes .....	12
4.7.6. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas .....	13
5. Protección contra sobreintensidades .....	13
6. Protección contra sobretensiones .....	14
6.1 Categorías de las sobretensiones.....	14
6.2 Medidas para el control de las sobretensiones .....	15
6.3 Selección de los materiales en la instalación .....	15
7. Protección contra contactos directos e indirectos .....	15
7.1. Protección contra contactos directos .....	15
7.2 Protección contra contactos indirectos .....	16
8. Puestas a tierra.....	17
8.1 Uniones a tierra.....	18
8.2 Conductores de equipotencialidad .....	19
8.3 Resistencia de las tomas de tierra.....	20
8.4 Tomas de tierra independientes .....	20
8.5 Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación .....	20
8.6 Revisión de las tomas de tierra .....	21
9. Receptores de alumbrado .....	21

10. Receptores a motor.....	22
11. Instalación de alumbrado.....	23
11.1 Alumbrado interior.....	23
12. Alumbrado exterior.....	28
13. Alumbrado de emergencia.....	28
14. Necesidades de alumbrado.....	29
15. Necesidades de fuerza .....	30
16. Cálculos eléctricos.....	30
16.1 Cálculo de la sección. Criterio de intensidad de corriente.....	31
16.1.1 Fórmulas a utilizar para determinar la sección. Criterio de la caída de tensión máxima permitida.....	31
16.1.2 Cálculo de la derivación individual.....	33
16.1.3 Instalación de alumbrado.....	34
16.1.4 Instalación de fuerza .....	37
17. Cálculo de la puesta a tierra.....	43

## **1. Introducción**

El objeto del presente anexo es la descripción y cálculo de la instalación eléctrica del proyecto.

Se sigue para ello lo dispuesto por el actual Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002 y B.O.E de fecha 18-9-02). Especialmente observando las Instrucciones ITC-BT 04, 05, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 43, 44, 47, 48.

La instalación eléctrica está detallada en los Planos nº 14, 15, 16.1, 16.2, 16.3, 16.4, 16.5, 16.6: “Instalación eléctrica. Fuerza”, “Instalación eléctrica. Alumbrado”, “Esquemas unifilares”.

## **2. Características de la energía eléctrica**

La energía eléctrica se va a tomar de la empresa distribuidora de energía eléctrica Iberdrola.

La red de alimentación es de tres fases más neutro (3F+N), sistema trifásico-monofásico y frecuencia 50 Hz. Tensión 3x400/230 V.

## **3. Componentes de la instalación**

### **3.1 Acometida**

Es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja general de protección.

Sus características vienen detalladas en la ITC-BT-11.

Los conductores irán aislados, de cobre o aluminio y los materiales utilizados cumplirán lo establecido en la ITC-BT06 y la ITC-BT-07 para redes aéreas o subterráneas.

#### **a. Caja general de protección**

La caja general de protección (C.G.P) aloja los elementos de protección de la línea repartidora.

Sus características vienen detalladas en la ITC-BT-13.

En el caso de suministros para un único usuario o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar, puede simplificarse la instalación colocando solo la caja general de protección y el equipo de medida; este elemento se denomina caja de protección y medida.

#### **b. Derivación individual**

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 61439.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Su clase de reacción al fuego mínima será Cca-s1b,d1,a1. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

### **c. Dispositivos generales e individuales de mando y protección**

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE-EN 60670-1 y UNE-EN 61439, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE-EN 60529 e IK07 según UNE-EN 50.102. Además, en las zonas húmedas, el grado de protección mínimo será el correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. La cubierta y partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

" $R_a$ " es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

" $I_a$ " es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

" $U$ " es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

## **4. Instalaciones interiores**

### **4.1 Conductores**

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores

a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE-HD 60364-5-52:2014.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> ) (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección
Sf ≤ 16	Sf
16 < Sf ≤ 35	16
Sf > 35	Sf/2

#### 4.2 Identificación de conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### 4.3 Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.



Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

#### 4.4 Equilibrado de cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

#### 4.5 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación aislamiento (MW)	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia
MBTS o MBTP	250	<sup>3</sup> 0,25
£ 500 V	500	<sup>3</sup> 0,50
> 500 V	1000	<sup>3</sup> 1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### 4.6 Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

#### **4.7 Sistemas de instalación**

##### **4.7.1. Prescripciones Generales**

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1.

##### **4.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores**

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- El grado de resistencia a la corrosión será como mínimo 3.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

#### **4.7.3. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes**

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos. Estos dispositivos de sujeción serán hidrófugos y aislantes.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

#### **4.7.4 Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción**

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

#### **4.7.5 Conductores aislados con cubierta bajo canales protectoras aislantes**

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". El grado de resistencia a la corrosión será 3. Las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama y aislantes. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

#### **4.7.6. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas**

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

### **5. Protección contra sobreintensidades**

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE-HD 60364-4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE-HD 60364-4-43 define la aplicación de las medidas de protección por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

## 6. Protección contra sobretensiones

### 6.1 Categorías de las sobretensiones

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Tensión nominal instalación (kV)		Tensión soportada a impulsos 1,2/50			
Sistemas III Categoría I	Sistemas II	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000		8	6	4	2,5

#### Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

#### Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

#### Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, apartamentación: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

#### Categoría IV



Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobretensiones, etc).

## **6.2 Medidas para el control de las sobretensiones**

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

## **6.3 Selección de los materiales en la instalación**

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

## **7. Protección contra contactos directos e indirectos**

### **7.1. Protección contra contactos directos**

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE-EN 60529. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

## **7.2 Protección contra contactos indirectos**

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una

tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- $I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- $U$  es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

## 8. Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### 8.1 Uniones a tierra

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE-EN 60228.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo mecánicamente	Protegido mecánicamente	No	protegido
Protegido contra la corrosión Galvanizado	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16	16 mm <sup>2</sup> Cu mm <sup>2</sup> Acero
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro		25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> ) (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

## 8.2 Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup> si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

### **8.3 Resistencia de las tomas de tierra**

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

### **8.4 Tomas de tierra independientes**

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

### **8.5 Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación**

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ( $<100 \text{ ohmios.m}$ ). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.

c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra ( $I_d$ ) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ( $V_d = I_d \times R_t$ ) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

### **8.6 Revisión de las tomas de tierra**

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

## **9. Receptores de alumbrado**

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. Estarán protegidas contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de clase 0. Los aparatos de alumbrado portátiles serán de clase II.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

## **10. Receptores a motor**

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.



Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW:	4,5
De 1,50 kW a 5 kW:	3,0
De 5 kW a 15 kW:	2
Más de 15 kW:	1,5

## 11. Instalación de alumbrado

### 11.1 Alumbrado interior

Se va a calcular el número de luminarias que se necesitan, para determinar la potencia necesaria por la industria para la red de alumbrado. Una vez se conoce la potencia, se diseñan los circuitos eléctricos y se elige la sección del conductor.

Para el cálculo, se ha utilizado la norma NTE-IEI (alumbrado interior). Con la ayuda de esta norma se elige la clase y número de luminarias, su distribución fijación y conexiones.

Según los niveles de iluminación E que corresponden a cada local, se obtiene la iluminación media necesaria:

Zona	Nivel de iluminación (lux)
Pasillos	100
Zona de procesado y envasado-etiquetado	500
Almacenes, cámara frigorífica y zona de expedición	200
Oficinas y sala de reuniones	300
Laboratorio	500
Aseos y vestuarios	200
Recepción	300
Recepción materia prima	300
Cuarto de limpieza CIP y calderas	200
Comedor	200

Tabla 1: Nivel de iluminación por zonas.

Para calcular el flujo luminoso de cada zona, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Phi L = E \times A$$

Donde:

$\Phi$ : flujo luminoso necesario (lúmenes)

E: nivel de iluminación deseado (lux)

A: área de la zona a iluminar (m<sup>2</sup>)

Se han elegido las siguientes luminarias para la iluminación interior:

- **Luminaria estanca LED IP65 120 cm**

Potencia: 40 W

Flujo luminoso: 3.600 lm

Temperatura de la luz: blanco frío, 6.000 K

Vida útil: 50.000 horas

- **Luminaria lineal LED IP25 148 cm**

Potencia: 60 W

Flujo luminoso: 4.800 lm

Temperatura de la luz: blanco natural, 4.200 K

Vida útil: 30.000 horas

- **Panel LED Slim 60 x 60 cm**

Potencia: 40 W

Flujo luminoso: 4.000 lm

Temperatura de la luz: blanco neutro, 4.000 –4.500 K

Vida útil: 30.000 horas

Para el cálculo del número de luminarias necesarias, se utiliza la siguiente fórmula:

$$NL = \frac{\Phi L_{local}}{\Phi L_{unitario}}$$

Donde:

NL: número de luminarias

$\Phi L$  local: flujo luminoso necesario en el local

$\Phi L$  unitario: flujo luminoso de cada luminaria

A continuación, se recogen los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

	Superficie (m <sup>2</sup> )	Iluminación (lux)	Flujo luminoso necesario (lum)	Tipo de luminaria	Flujo luminoso por lámpara (lum)	Potencia por lámpara (W)	Nº de luminarias	Potencia total (W)
Pasillo A	161,30	100	16.130	Lineal	4.800	60	4	240
Pasillo B	20,30	100	2.030	Lineal	4.800	60	1	60
Pasillo C	12,67	100	1.267	Lineal	4.800	60	1	60
Pasillo D	20,52	100	2.052	Lineal	4.800	60	1	60
Procesado	425,17	500	212.585	Lineal	4.800	60	46	2.760
Lavado	49	500	24.500	Lineal	4.800	60	6	360
Envasado- etiquetado	305,52	500	152.760	Lineal	4.800	60	32	1.920
Cámara frigorífica	49,15	200	9.830	Estanca	3.600	40	3	120
Almacén producto terminado	105,37	200	21.074	Estanca	3.600	40	6	240
Almacén de envases y embalajes	44,58	200	8.916	Estanca	3.600	40	3	120
Muelle de expedición	38,10	200	7.620	Estanca	3.600	40	3	120
Almacén de ingredientes y aditivos	81,13	200	16.226	Estanca	3.600	40	5	200
Oficinas	26,46	300	7.938	Panel	4.000	40	2	80
Sala de reuniones	18,36	300	3.672	Panel	4.000	40	1	40
Laboratorio	54,14	500	27.070	Panel	4.000	40	8	320
Aseo 1	14,79	200	2.958	Panel	4.000	40	1	40
Aseo 2	15	200	3.000	Panel	4.000	40	1	40
Vestuario masculino	56,40	200	11.280	Panel	4.000	40	3	120
Vestuario femenino	56,40	200	11.280	Panel	4.000	40	3	120
Recepción	29,34	300	8.802	Estanca	3.600	40	3	120

Recepción materia prima	16,92	300	5.076	Estanca	3.600	40	2	80
Recepción ingredientes y aditivos	14	300	4.200	Estanca	3.600	40	2	80
Sala CIP	16	200	3.200	Lineal	4.800	60	1	60
Sala de calderas	20	200	2.000	Lineal	4.800	60	1	60
Comedor	19	200	3.800	Lineal	4.800	60	1	60

**Tabla 2: Características de iluminación en cada zona.**

## **12. Alumbrado exterior**

Para la instalación de alumbrado exterior, se van a emplear lámparas distribuidas a lo largo de todo el perímetro del patio exterior, priorizando las zonas más comúnmente transitables, es decir, las puertas de acceso a la industria, las zonas de carga de producto terminado y de descarga de materias primas, envases y embalajes, y los aparcamientos.

Para ello, se han elegido luminarias de alta intensidad:

- **Luminaria LED para exterior**

Potencia: 120 W

Flujo luminoso: 12.000 lm

Vida útil: 50.000 horas

Utilizando las mismas fórmulas descritas anteriormente, se calcula el número de luminarias necesarias.

Se obtiene un flujo luminoso necesario de 375.000 lum, por lo que se van a instalar 32 lámparas en el exterior de la industria.

## **13. Alumbrado de emergencia**

Según la ITC-BT-28, las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de que falle la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La luminaria elegida es la siguiente:

- **Luminaria de emergencia LED IP65 335x55x115 mm**

Potencia: 3 W

Flujo luminoso: 200 lm

Autonomía: 2 horas

Vida útil: 30.000 horas

Se va a colocar una luz de emergencia en cada puerta de acceso, en total, se van a instalar 31 luces de emergencia.

## 14. Necesidades de alumbrado

	Potencia unitaria (W)	Nº luminarias	Potencia total (W)
Oficinas y vestuarios			
Pasillo B	60	1	60
Pasillo C	60	1	60
Aseo 1	40	1	40
Aseo 2	40	1	40
Sala de reuniones	40	1	40
Oficinas	40	2	80
Comedor	60	1	60
Recepción	40	3	120
Pasillo D	60	1	60
Aseos y vestuarios mujeres	40	3	120
Aseos y vestuarios hombres	40	3	120
Cuadro secundario alumbrado zona social	800		
Producción			
Pasillo A	60	4	240
Recepción materia prima	40	2	80
Cámara frigorífica	40	3	120
Zona de procesado	60	46	2.760
Zona de lavado	60	6	360
Laboratorio	40	8	320
Sala de calderas	60	1	60
Sala CIP	60	1	60
Recepción ingredientes y aditivos	40	2	80
Almacén de ingredientes y aditivos	40	5	200
Cuadro secundario alumbrado zona de proceso	4.280		
Envasado y expedición			
Zona de envasado-etiquetado	60	32	1.920
Almacén envases y embalajes	40	3	120
Almacén producto terminado	40	6	240
Muelle de expedición	40	3	120
Cuadro secundario alumbrado zona de expedición	2.400		
Alumbrado exterior	120	32	3.840
Alumbrado de emergencia	3	31	93
TOTAL	11.413		

Tabla 3: Necesidades de alumbrado por zonas.

## 15. Necesidades de fuerza

Equipo	kW
Bomba desplazamiento positivo	5,5
Lavadoras	2,24
Cinta de selección óptica	1
Trituradora	1,1
Escaldador	2
Tamiz	16
Desaireador	15
Depósitos de mezclado	12
Equipo CIP	18,5
Puertas automáticas	0,24
Instrumentos laboratorio	0,5
Otros monofásica	0,5
Otros trifásica	0,5
<b>Cuadro secundario de fuerza zona de procesado y zona social</b>	<b>75,08</b>
Envasadora de latas	1,2
Autoclave	60
Etiquetadora de latas	5
Esterilizador	10
Envasadora de botes	1,2
Etiquetadora de botes	2
Encajadora-paletizadora	7,6
<b>Cuadro secundario de fuerza zona de envasado</b>	<b>87</b>
<b>TOTAL</b>	<b>162,08</b>

Tabla 4: Necesidades de fuerza.

Esto supone una potencia total:  $11.320 \text{ W} + 162.080 \text{ W} = 173.400 \text{ W}$

## 16. Cálculos eléctricos

Para los cálculos se ha tenido en cuenta la máxima intensidad admisible de los conductores, así como la máxima caída de tensión admisible, según las instrucciones ITC-BT-15 y ITC-BT-19.

Las caídas de tensión admisibles son las siguientes:

Línea	Caída admisible	Reglamentación
Derivación individual	1,5	ITC-BT-15 (apartado 3)
Instalación de fuerza	5	ITC-BT-19 (apartado 2.2.2.)
Instalación de alumbrado	3	ITC-BT-19 (apartado 2.2.2.)

Tabla 5: Caídas de tensión admisibles.



**16.1 Cálculo de la sección. Criterio de intensidad de corriente**

Para calcular el valor de la intensidad, se utilizan las siguientes fórmulas:

- a) Corriente continua

$$I = \frac{P}{V}$$

- b) Corriente alterna monofásica

$$I = \frac{P}{V \times \cos\varphi} = \frac{S}{V}$$

- c) Corriente alterna trifásica

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

- d) Motores trifásicos

$$I = \frac{P_u}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi \times \eta}$$

Donde:

I: valor de la intensidad (A)

P: potencia absorbida (W)

V: valor de la tensión de la red de alimentación

$\cos\varphi$ : factor de potencia

$\eta$ : rendimiento

$P_u$ : potencia útil del motor (W)

S: potencia aparente (VA)

**16.1.1 Fórmulas a utilizar para determinar la sección. Criterio de la caída de tensión máxima permitida**

- a) Corriente alterna monofásica

Conocida la intensidad

$$s = \frac{2 \times L \times I \times \cos\varphi}{C \times e}$$

Conocida la potencia

$$s = \frac{2 \times L \times P}{C \times e \times V}$$

b) Corriente alterna trifásica

Conocida la intensidad

$$s = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varphi}{C \times e}$$

Conocida la potencia

$$s = \frac{L \times P}{C \times e \times V}$$

Donde:

s: sección mínima del conductor (mm<sup>2</sup>)

L: longitud simple, de la línea (m)

I: intensidad a transportar por la línea (A)

Cosφ: factor de potencia del tramo

C: conductividad

e: caída de tensión máxima permitida en la línea (V)

V: tensión de la línea (V)

P: potencia de la línea (W)

Una vez calculada la sección, se busca el valor comercial más próximo, por exceso.

En la práctica, en muchas de las instalaciones interiores, sobre todo de fuerza, la sección elegida por el criterio de intensidad de corriente también se cumplirá con el criterio de caída de tensión. No obstante, debe justificarse mediante las siguientes fórmulas:

a) Corriente alterna monofásica

Conocida la intensidad

$$\Delta V = \frac{2 \times L \times I \times \cos\varphi}{C \times s}$$

Conocida la potencia

$$\Delta V = \frac{2 \times L \times P}{C \times s \times V}$$

b) Corriente alterna trifásica

Conocida la intensidad

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varphi}{C \times s}$$

Conocida la potencia

$$\Delta V = \frac{L \times P}{C \times s \times V}$$

Donde:

s: sección mínima del conductor (mm<sup>2</sup>)

L: longitud simple, de la línea (m)

I: intensidad a transportar por la línea (A)

Cosφ: factor de potencia del tramo

C: conductividad

ΔV: caída de tensión de la línea (V)

V: tensión de la línea (V)

P: potencia a transportar (W)

Si el valor de la caída de tensión ΔV no supera el máximo permitido se puede afirmar que la sección elegida en cuanto al criterio de intensidad de corriente es válida.

### 16.1.2 Cálculo de la derivación individual

#### DEMANDA DE POTENCIAS - ESQUEMA DE DISTRIBUCION TT

- Potencia total instalada:

Linea a CSA1	800 W
Linea a CSA2	4280 W
Linea a CSA3	2400 W
Linea a CSA4	3933 W
Linea a CSF1	75080 W
Linea a CSF2	87000 W
TOTAL....	173493 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 11413

- Potencia Instalada Fuerza (W): 162080

- Potencia Máxima Admisible (kVA): 250

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 3433

- Potencia Fase S (W): 5380

- Potencia Fase T (W): 3100

Potencia prevista:

Se refiere a la potencia que resulta después de haber aplicado los coeficientes prescritos en el R.E.B.T. para cada tipo de receptor instalado, el coeficiente de simultaneidad, y considerando una potencia en los circuitos destinados a tomas de corriente.

Aplicando un coeficiente de simultaneidad del 80%:

$$173.493 \text{ W} \times 0,80 = \mathbf{138.794,4 \text{ W}}$$

Al existir un único abonado no existe línea general de alimentación, ya que la distribuidora lleva la alimentación directamente hasta la caja de protección y medida.

Con los siguientes datos, se procede al cálculo de la intensidad, y con ello de la sección:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unipolar Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 30 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0.08;
- Potencia aparente trafo: 250 kVA.
- Índice carga c: 0.86.

$$I = Ct \times St \times 1000 / (1.732 \times U) = 1 \times 250 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 360.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x240/120mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 372 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 100x60 mm. Sección útil: 4349 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 87.05

$$e(\text{parcial}) = (30 \times 200000 / 27.85 \times 400 \times 240) + (30 \times 200000 \times 0.08 \times 0.6 / 1000 \times 400 \times 1 \times 0.8) = 3.14$$

$$V = 0.79 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.79\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 366 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

### 16.1.3 Instalación de alumbrado

Cálculo de la Línea: Línea a CSA1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superficial o Empotrado en Obra

- Longitud: 9 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1440 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 1440 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 2.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares  $4 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.24

$$e(\text{parcial}) = 9 \times 1440 / (53.53 \times 400 \times 1.5) = 0.4 \text{ V.} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.89\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### **Cálculo de la Línea: Línea a CSA2**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superficial o Empotrado en Obra
- Longitud: 1 m; Cos j: 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 4280 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 7704 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 7704 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 13.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares  $4 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K Eca

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.62

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 7704 / (53.08 \times 400 \times 10) = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.8\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### **Cálculo de la Línea: Línea a CSA3**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superficial o Empotrado en Obra
- Longitud: 14.14 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 4320 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I=4320/1,732 \times 400 \times 0.8=7.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.31

$$e(\text{parcial}) = 14.14 \times 4320 / 52.57 \times 400 \times 2.5 = 1.16 \text{ V.} = 0.29 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.08\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### **Cálculo de la Línea: Línea a CSA4**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superficial o Empotrado en Obra
- Longitud: 14.2 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3933 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 7079.4 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I=7079.4/1,732 \times 400 \times 0.8=12.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.06

$$e(\text{parcial}) = 14.2 \times 7079.4 / 53.18 \times 400 \times 10 = 0.47 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.9\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### **16.1.4 Instalación de fuerza**

##### **Cálculo de la Línea: Línea a CSF1**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superficial o Empotrado en Obra
- Longitud: 9.6 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 75080 W.
- Potencia de cálculo: 75080 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I=75080/1,732 \times 400 \times 0.8=135.46 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 139 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 87.49

$$e(\text{parcial}) = 9.6 \times 75080 / 45.84 \times 400 \times 50 = 0.79 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.98\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 137 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 137 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

##### **Cálculo de la Línea: Línea a CSF2**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superficial o Empotrado en Obra
- Longitud: 14.14 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 87000 W.
- Potencia de cálculo: 87000 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I=87000/1,732 \times 400 \times 0.8=156.97 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 178 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.88

$e(\text{parcial}) = 14.14 \times 87000 / 47.1 \times 400 \times 70 = 0.93 \text{ V.} = 0.23 \%$

$e(\text{total}) = 1.02\% \text{ ADMIS (3\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 160 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 160 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.



## RESUMEN

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

### Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
TRAFO DE ABONADO	200000	30	3x240/120Al	360.85	372	0.79	0.79	100x60
Línea a CSA1	1440	9	4x1.5+TTx1.5Cu	2.6	16.5	0.1	0.89	20
Línea a CSA2	7704	1	4x10+TTx10Cu	13.9	40	0.01	0.8	32
Línea a CSA3	4320	14.14	4x2.5+TTx2.5Cu	7.79	17	0.29	1.08	20
Línea a CSA4	7079.4	14.2	4x10+TTx10Cu	12.77	40	0.12	0.9	32
Línea a CSF1	75080	9.6	4x50+TTx25Cu	135.46	139	0.2	0.98	63
Línea a CSF2	87000	14.14	4x70+TTx35Cu	156.97	178	0.23	1.02	63
Batería Condensadores	173493	10	3x70+TTx35Cu	281.73	289.5	0.25	1.04	75x60

### Subcuadro Línea a CSA1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Pasillo B	108	28.8	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	13.5	0.14	1.03	16
Pasillo C	108	25.8	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	13.5	0.13	1.02	16
Aseo 1	72	25.8	2x1.5+TTx1.5Cu	0.31	13.5	0.09	0.97	16
Aseo 2	72	18.8	2x1.5+TTx1.5Cu	0.31	13.5	0.06	0.95	16
Sala de reuniones	72	25	2x1.5+TTx1.5Cu	0.31	13.5	0.08	0.97	16
Oficinas	144	24.7	2x1.5+TTx1.5Cu	0.62	13.5	0.17	1.05	16
Comedor	108	18.2	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	13.5	0.09	0.98	16
Recepción	216	17.9	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	13.5	0.18	1.07	16
Pasillo D	108	10.8	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	13.5	0.05	0.94	16

Aseos y vestuariosM	216	13.5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	13.5	0.14	1.02	16
Aseos y vestuariosH	216	6.2	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	13.5	0.06	0.95	16

**Subcuadro Linea a CSA2**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Pasillo A	432	2.4	2x1.5+TTx1.5Cu	1.87	17.5	0.05	0.84	16
Recepción m.p	144	34.35	2x1.5+TTx1.5Cu	0.62	17.5	0.23	1.03	16
Cámara frigorífica	216	35.4	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	17.5	0.36	1.15	16
Zona de procesado	4968	33.3	2x6+TTx6Cu	21.51	41	2.02	2.81	25
Zona de lavado	648	34.3	2x1.5+TTx1.5Cu	2.81	17.5	1.04	1.83	16
Laboratorio	576	14.7	2x1.5+TTx1.5Cu	2.49	17.5	0.4	1.19	16
Sala de calderas	108	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	17.5	0.05	0.85	16
Sala CIP	108	5.3	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	17.5	0.03	0.82	16
Recepción ing. adi.	144	10.6	2x1.5+TTx1.5Cu	0.62	17.5	0.07	0.87	16
Almacén ing.adit.	360	7.1	2x1.5+TTx1.5Cu	1.56	17.5	0.12	0.91	16

**Subcuadro Línea a CSA3**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Envasado-etiquetado	3456	1	2x1.5+TTx1.5Cu	14.96	17.5	0.18	1.26	16
Almacén envases	216	22.3	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	17.5	0.22	1.3	16
Almacén producto t.	432	22	2x1.5+TTx1.5Cu	1.87	17.5	0.44	1.52	16
Muelle expedición	216	22.5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	17.5	0.23	1.3	16

**Subcuadro Línea a CSA4**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Alumbrado exterior	6912	2	2x4+TTx4Cu	29.93	32	0.28	1.18	20
AlumbradoEmergencia	167.4	2	2x1.5+TTx1.5Cu	0.72	17.5	0.02	0.92	16

**Subcuadro Línea a CSF1**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Bomba	5500	25.5	4x2.5+TTx2.5Cu	9.92	17	0.68	1.66	20
Lavadoras	2240	26.7	4x2.5+TTx2.5Cu	4.04	17	0.28	1.26	20
Cinta selección	1000	54.2	4x2.5+TTx2.5Cu	1.8	17	0.25	1.23	20
Trituradora	1100	16.1	4x2.5+TTx2.5Cu	1.98	17	0.08	1.06	20
Escaldador	2000	13.4	4x2.5+TTx2.5Cu	3.61	17	0.13	1.11	20
Tamiz	16000	6.1	4x10+TTx10Cu	28.87	40	0.12	1.1	32

Desaireador	15000	9.1	4x10+TTx10Cu	27.06	40	0.17	1.15	32
Depósitos mezclado	12000	11.4	4x6+TTx6Cu	21.65	29	0.28	1.26	25
Equipo CIP	18500	6	4x10+TTx10Cu	33.38	40	0.14	1.12	32
Puertas automáticas	240	1	4x2.5+TTx2.5Cu	0.43	17	0	0.98	20
Instrumentos lab.	500	4	4x2.5+TTx2.5Cu	0.9	17	0.01	0.99	20
Otros monofásica	500	23.4	2x2.5+TTx2.5Cu	2.71	18	0.33	1.31	20
Otros trifásica	500	23.4	4x2.5+TTx2.5Cu	0.9	17	0.05	1.04	20

**Subcuadro Línea a CSF2**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
Envasadora de latas	1200	5.6	4x2.5+TTx2.5Cu	2.17	17	0.03	1.05	20
Autoclave	60000	5.5	4x50+TTx25Cu	108.26	116	0.08	1.1	63
Etiquetadora latas	5000	10.2	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	17	0.24	1.26	20
Esterilizador	10000	15.8	4x4+TTx4Cu	18.04	22	0.49	1.51	25
Envasadora botes	1200	14.9	4x2.5+TTx2.5Cu	2.17	17	0.08	1.1	20
Etiquetadora botes	2000	12.2	4x2.5+TTx2.5Cu	3.61	17	0.11	1.13	20
Encajadora-paletiz	7600	10.1	4x35+TTx16Cu	13.71	114	0.03	1.04	50

### 17. Cálculo de la puesta a tierra

- La resistividad del terreno es 300 ohmios x m.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo    35 mm<sup>2</sup>                    30 m.

M. conductor de Acero galvanizado    95 mm<sup>2</sup>

Picas verticales de Cobre                    14 mm

de Acero recubierto Cu                    14 mm 8 picas de 2m.

de Acero galvanizado    25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 9.68 ohmios.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm<sup>2</sup> en Cu.



# **ANEJO 16**

## **AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS**

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1. Introducción .....	2
2. Residuos sólidos .....	2
3. Residuos líquidos.....	2
4. Residuos tóxicos y peligrosos.....	3

## **1. Introducción**

El presente anejo tiene como objetivos la identificación de los diferentes residuos generados durante el proceso productivo en la industria y detallar las diferentes formas de gestionar cada uno de ellos, cumpliendo con la legislación vigente.

Los principales residuos generados son residuos sólidos provenientes del procesado del tomate, residuos asimilables a urbanos (envases, cajas, papel, etc.) y residuos líquidos como el agua de limpieza.

## **2. Residuos sólidos**

Estos residuos proceden de dos fuentes: una de ellas es el procesado de los tomates. Durante el proceso hay una selección donde se rechazan los tomates que no cumplen los estándares de calidad establecidos por la empresa. Una vez pasada esta selección los tomates se procesan, se someten a un triturado y a un tamizado, donde los restos de piel y pepitas quedan como residuos sólidos.

Estos residuos se depositan en contenedores y los propios operarios son los encargados de vaciarlos en el contenedor de residuos que hay en el exterior.

Estos residuos son empleados como biomasa por la caldera utilizada para alimentar los equipos que requieren vapor para su funcionamiento.

Otro tipo de residuos sólidos generados son los Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U), y son los envases de plástico, envoltorios, cajas de cartón, etc., procedentes de los aditivos y materias primas recibidas.

Dentro de la industria se colocan contenedores de basura para depositar los diferentes tipos de residuos (plástico, papel y cartón) y se vacían diariamente para evitar su acumulación, depositando su contenido en los diferentes contenedores de basura municipales.

## **3. Residuos líquidos**

Las aguas residuales generadas proceden de la limpieza de los equipos y superficies dentro de la industria.

Para la limpieza se va a utilizar un equipo de limpieza CIP, cuyos vertidos contienen restos de productos desinfectantes y materia orgánica en muy bajas cantidades, por lo que pueden ser vertidos a la depuradora municipal.



#### **4. Residuos tóxicos y peligrosos**

Este tipo de residuos se pueden generar en el laboratorio y deben ser retirados por un Gestor legalmente autorizado.



# ANEJO 17

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

1. Introducción .....	2
2. Vida útil del proyecto .....	2
3. Inversión inicial.....	2
4. Descomposición de los pagos .....	2
4.1 Pagos ordinarios.....	2
4.2 Pagos extraordinarios.....	5
5. Descomposición de los cobros .....	5
5.1 Cobros ordinarios .....	5
5.2 Cobros extraordinarios.....	5
6. Desarrollo de los flujos de caja .....	6
7. Análisis de rentabilidad .....	8
8. Análisis de sensibilidad.....	8
9. Conclusiones.....	11

## **1. Introducción**

El estudio económico del presente proyecto tiene como objetivo establecer la rentabilidad económica y la rentabilidad de la inversión para la industria elaboradora de productos a partir de derivados del tomate.

## **2. Vida útil del proyecto**

La vida útil es el periodo en el cual se espera utilizar el activo por parte de la empresa y el tiempo durante el cual se produce la amortización. El objetivo de la empresa es que, durante su vida útil, el activo genere beneficios.

Se estima una vida útil para la obra civil e instalaciones de 30 años, y una vida útil para la maquinaria de 15 años.

## **3. Inversión inicial**

La inversión inicial incluye el coste de la maquinaria, instalaciones, obra civil y urbanización.

Se considera la parcela propiedad del promotor y el capital de inversión también es de los promotores, y se pagará en el año cero.

A la inversión realizada, se le añade el 6% del beneficio industrial, el 13% de gastos generales y el 21% de IVA.

A continuación, se muestra el desglose del presupuesto:

-Total ejecución material: 944.668,70 €

-Gastos generales (13%): 122.806,93 €

-Beneficio industrial (6%): 56.680,12 €

-IVA (21%): 236.072,71 €

-Total presupuesto general: 1.360.228,46 €

## **4. Descomposición de los pagos**

### **4.1 Pagos ordinarios**

Los pagos ordinarios incluyen los gastos que origina la compra de las diferentes materias primas, los envases, embalajes y materias auxiliares, el agua y la luz, el sueldo de los trabajadores y los gastos generales que tiene la empresa.

Estos pagos se van a realizar durante los 30 años de vida útil de la empresa.

- Materias primas

En la siguiente tabla se detallan los costes anuales de materia prima que tiene la industria:

Materia prima	Época	€/kg ó €/l	Kg/año ó l/año	€/año	
Tomate	Campaña	0,50	1.500.000	750.000	2.235.000
	Fuera de campaña	0,55	2.700.000	1.485.000	
Sal	Campaña	0,60	9.030	5.418	19.058,4
	Fuera de campaña		22.734	13.640,4	
Azúcar	Campaña	0,80	132.320	105.856	372.616
	Fuera de campaña		333.450	266.760	
Hierbas aromáticas	Campaña	2,50	4.520	11.300	39.717,5
	Fuera de campaña		11.367	28.417,5	
Vinagre	Campaña	0,80	42.100	33.680	118.568
	Fuera de campaña		106.110	84.888	
Ácido cítrico	Campaña	0,50	620	310	137.726,5
	Fuera de campaña		274.833	137.416,5	
TOTAL	2.922.686,4 €				

Tabla 1: Costes anuales de materia prima.

- Materiales auxiliares

A continuación, se detallan los gastos anuales en material auxiliar durante todo el año:

Material auxiliar	Necesidades anuales	Precio (€)	€/año
Botes ketchup (300g)	9.290.385	0,10	929.038,5
Latas tomate triturado gourmet (780g)	1.604.586	0,08	128.366,88
Etiquetas (40x25mm)	4.646	13	60.398
Etiquetas (105x148mm)	803	15	12.045
Cajas (240x360x300mm)	619.371	0,24	148.651,44
Cajas (400x200x200mm)	200.596	0,22	4.131,12
Palé	25.576	25	639.400
Otros			30.000
<b>TOTAL</b>	<b>1.952.030,94 €</b>		

Tabla 2: Costes anuales de materiales auxiliares.

- Mano de obra

Puesto	Nº empleados		Coste por mes (€/mes) 12 pagas	Coste anual (€/año)
	Campaña	Fuera de campaña		
Director general	1		2.598	33.774
Director comercial	1		2.338,2	30.396,6
Auxiliar administrativo	1		1.428,9	18.575,7
Director de producción	1		1.948,5	25.330,5
Técnico de laboratorio	1		1.493,85	19.420,05
Operarios	16	9	1.363,95	240.606,45
Técnico de mantenimiento	2		1.363,95	35.462,7
<b>TOTAL</b>	<b>403.566 €</b>			

Tabla 3: Costes anuales de personal.

- Mantenimiento

Mantenimiento	Valor presupuestado	%	TOTAL (€/año)
Obra civil e instalaciones	596.359,48	15	89.453,92
Maquinaria	335.492,40	15	50.323,86
<b>TOTAL</b>	<b>139.777,78 €</b>		

Tabla 4: Costes de mantenimiento.

- Electricidad

La industria tiene una potencia contratada de 173.493 W, por lo tanto, se calcula la potencia consumida anualmente:

$$173.493 \text{ W} \times 249 \text{ días/año} \times 8 \text{ h/día} = 345.598.056 \text{ W h/año}$$

$$345.598.056 \text{ kW h/año} \times 0,11 \text{ €/kW h} = \mathbf{38.015,67 \text{ €/año}}$$

- Otros gastos

Concepto	€/año
Agua	3.000
Telefonía e internet	600
Seguros	20.000
Cursos formación trabajadores	10.000
Transporte y logística	95.040
Limpieza y desinfección	25.000
<b>TOTAL</b>	<b>153.640 €</b>

Tabla 5: Otros gastos.

### RESUMEN DE PAGOS ORDINARIOS

Concepto	Coste (€/año)
Materias primas	2.922.686,4
Materias auxiliares	1.952.030,94
Mano de obra	403.566
Mantenimiento	139.777,78
Electricidad	38.015,67
Otros gastos	153.640
<b>TOTAL</b>	<b>7.561.747,73 €</b>

Tabla 6: Resumen pagos ordinarios.

#### 4.2 Pagos extraordinarios

Los pagos extraordinarios corresponden a la renovación de la maquinaria en el año 15, con un concepto de renovación del 50%.

Los pagos extraordinarios ascienden a **167.746,2 €**.

### 5. Descomposición de los cobros

#### 5.1 Cobros ordinarios

Los cobros ordinarios corresponden a la venta de los productos elaborados en la industria; el ketchup y el tomate triturado gourmet.

Producto	Cantidad (botes/año)	Precio unitario (€/producto)	Ingresos/año (€/año)
Ketchup	9.290.385	1,25	11.612.981,25

Tabla 7: Ingresos por la venta de ketchup.

Producto	Cantidad (latas/año)	Precio unitario (€/producto)	Ingresos/año (€/año)
Tomate triturado gourmet	1.604.586	0,45	722.063,7

Tabla 8: Ingresos por la venta de tomate triturado gourmet.

Total cobros ordinarios: **12.335.044,95 €**

#### 5.2 Cobros extraordinarios

Los cobros extraordinarios corresponden al valor residual de la maquinaria, que se estima en un 20% del valor inicial.

En el año 15 se va a contabilizar un cobro extraordinario en valor del 20% de la maquinaria, por lo tanto, el valor residual de la maquinaria, considerado como cobro extraordinario asciende a la cantidad de **67.098,48 €**.

En el año 30, se va a contabilizar otro cobro extraordinario por el valor residual de la obra civil e instalaciones con valor residual del 20%, que asciende a la cantidad de **119.271,89 €**.



## 6. Desarrollo de los flujos de caja

Para el estudio, se hace una estimación de ventas del 60% de la producción el primer año, con una subida paulatina del 5% cada año, hasta alcanzar el 100% de las ventas.

Año	Inversión inicial	Cobros		Pagos		Flujos de caja	Flujos de caja acumulados
		Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios		
Año 0	1.360.228,46 €			7.561.747,73 €		-8.921.976,19 €	-8.921.976,19 €
Año 1		7.401.026,97 €		7.561.747,73 €		-160.720,76 €	-9.082.696,95 €
Año 2		8.017.779,22 €		7.561.747,73 €		456.031,49 €	-8.626.665,46 €
Año 3		8.634.531,47 €		7.561.747,73 €		1.072.783,74 €	-7.553.881,72 €
Año 4		9.251.283,71 €		7.561.747,73 €		1.689.535,98 €	-5.864.345,74 €
Año 5		9.868.035,96 €		7.561.747,73 €		2.306.288,23 €	-3.558.057,51 €
Año 6		10.484.788,21 €		7.561.747,73 €		2.923.040,48 €	-635.017,03 €
Año 7		11.101.540,46 €		7.561.747,73 €		3.539.792,73 €	2.904.775,70 €
Año 8		11.718.292,70 €		7.561.747,73 €		4.156.544,97 €	7.061.320,67 €
Año 9		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	11.834.617,89 €
Año 10		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	16.607.915,11 €
Año 11		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	21.381.212,33 €
Año 12		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	26.154.509,55 €
Año 13		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	30.927.806,77 €
Año 14		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	35.701.103,99 €
Año 15		12.335.044,95 €	67.098,48 €	7.561.747,73 €	167.746,20 €	4.672.649,50 €	40.373.753,49 €
Año 16		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	45.147.050,71 €
Año 17		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	49.920.347,93 €



Año 18		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	54.693.645,15 €
Año 19		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	59.466.942,37 €
Año 20		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	64.240.239,59 €
Año 21		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	69.013.536,81 €
Año 22		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	73.786.834,03 €
Año 23		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	78.560.131,25 €
Año 24		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	83.333.428,47 €
Año 25		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	88.106.725,69 €
Año 26		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	92.880.022,91 €
Año 27		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	97.653.320,13 €
Año 28		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	102.426.617,35 €
Año 29		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	107.199.914,57 €
Año 30		12.335.044,95 €	119.271,89 €	7.561.747,73 €		4.892.569,11 €	112.092.483,68 €

## 7. Análisis de rentabilidad

Para analizar la rentabilidad del proyecto se han calculado los siguientes valores:

Valor Actual Neto (VAN): sirve para determinar la viabilidad del proyecto.

Si el  $VAN > 0$ , la inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida.

La tasa de interés es del 6%.

$$VAN = 38.358.528,91 \text{ €}$$

Tasa Interna de Rentabilidad (TIR): mide la tasa de descuento con la que el VAN es igual a la inversión.

Si el TIR es mayor que el interés bancario, la inversión es de interés.

$$TIR = 22,64\% > 6\%$$

Pay Back: es el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de la inversión.

Relación Beneficio/Inversión: es el cociente entre el VAN y la cifra de inversión.

$$38.358.528,91 / 1.360.228,46 = 28,20$$

<b>VAN</b>	38.358.528,91 €
<b>TIR</b>	22,64 %
<b>Pay Back</b>	6 años
<b>B/I</b>	28,2

## 8. Análisis de sensibilidad

El siguiente estudio se realiza para el caso en el que no se vendiera el total de productos elaborados, sino que las ventas descendieran al 40% el primer año, incrementándose en un 5% hasta llegar al 100% de ventas.



Año	Inversión inicial	Cobros		Pagos		Flujos de caja	Flujos de caja acumulados
		Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios		
Año 0	1.360.228,46 €			7.561.747,73 €		-8.921.976,19 €	-8.921.976,19 €
Año 1		4.934.017,98 €		7.561.747,73 €		-2.627.729,75 €	-11.549.705,94 €
Año 2		5.550.770,23 €		7.561.747,73 €		-2.010.977,50 €	-13.560.683,44 €
Año 3		6.167.522,48 €		7.561.747,73 €		-1.394.225,26 €	-14.954.908,70 €
Año 4		6.784.274,72 €		7.561.747,73 €		-777.473,01 €	-15.732.381,71 €
Año 5		7.401.026,97 €		7.561.747,73 €		-160.720,76 €	-15.893.102,47 €
Año 6		8.017.779,22 €		7.561.747,73 €		456.031,49 €	-15.437.070,98 €
Año 7		8.634.531,47 €		7.561.747,73 €		1.072.783,74 €	-14.364.287,24 €
Año 8		9.251.283,71 €		7.561.747,73 €		1.689.535,98 €	-12.674.751,26 €
Año 9		9.868.035,96 €		7.561.747,73 €		2.306.288,23 €	-10.368.463,03 €
Año 10		10.484.788,21 €		7.561.747,73 €		2.923.040,48 €	-7.445.422,55 €
Año 11		11.101.540,46 €		7.561.747,73 €		3.539.792,73 €	-3.905.629,83 €
Año 12		11.718.292,70 €		7.561.747,73 €		4.156.544,97 €	250.915,14 €
Año 13		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	5.024.212,36 €
Año 14		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	9.797.509,58 €
Año 15		12.335.044,95 €	67.098,48 €	7.561.747,73 €	167.746,20 €	4.672.649,50 €	14.470.159,09 €
Año 16		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	19.243.456,31 €
Año 17		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	24.016.753,53 €
Año 18		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	28.790.050,75 €
Año 19		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	33.563.347,97 €
Año 20		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	38.336.645,19 €

Año 21		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	43.109.942,41 €
Año 22		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	47.883.239,63 €
Año 23		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	52.656.536,85 €
Año 24		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	57.429.834,07 €
Año 25		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	62.203.131,29 €
Año 26		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	66.976.428,51 €
Año 27		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	71.749.725,73 €
Año 28		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	76.523.022,95 €
Año 29		12.335.044,95 €		7.561.747,73 €		4.773.297,22 €	81.296.320,17 €
Año 30		12.335.044,95 €	119.271,89 €	7.561.747,73 €		4.892.569,11 €	86.188.889,28 €

<b>VAN</b>	19.589.217,46 €
<b>TIR</b>	11,83 %
<b>PB</b>	12 años
<b>B/I</b>	14,40



## **9. Conclusiones**

Según el estudio de evaluación económica del presente proyecto, se puede concluir que el proyecto de la planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate es totalmente rentable, ya que presenta un valor del VAN superior a 0, se obtiene un beneficio de 28,2 euros por cada euro invertido y el plazo de recuperación es de 6 años.

En cuanto al análisis de sensibilidad realizado, en caso de que las ventas descendieran, se puede observar que se obtiene un descenso notable de la rentabilidad. La inversión se recuperaría en 12 años y por cada euro invertido se obtendrían 14,40 euros.



# **ANEJO 18**

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

## ÍNDICE

1. Características de la obra .....	2
1.1 Descripción y situación.....	2
1.2 Presupuesto, plazos de ejecución y mano de obra .....	2
2. Introducción objeto del Estudio de Seguridad y Salud .....	2
2.1 Justificación .....	2
2.2 Objeto del Estudio de Seguridad y Salud .....	3
3. Normativa de seguridad aplicada.....	3
3. Prevención de riesgos laborales.....	3
3.1 Derechos y obligaciones.....	3
3.1.1 Obligaciones de los trabajadores .....	4
3.2 Principios generales de prevención .....	4
4. Identificación y prevención de los riesgos .....	5
4.1 Movimiento de tierras.....	5
4.2 Cimentación y estructuras .....	6
4.3 Cubiertas .....	7
4.4 Albañilería y cerramientos .....	8
4.5 Instalaciones.....	9
5. Botiquín .....	10
6. Obligaciones del promotor.....	10
7. Funciones del coordinador de seguridad y salud.....	10
8. Libro de incidencias.....	11
9. Planos del Estudio de Seguridad y Salud.....	12

## **1. Características de la obra**

### **1.1 Descripción y situación**

La industria objeto del presente proyecto se localiza en la localidad de Viana, en el polígono industrial La Alberguería.

Se va a situar en el polígono 19, en la parcela urbana 445, que tiene una superficie de 144.162,50 m<sup>2</sup>.

Las instalaciones empleadas en la industria quedan descritas y detalladas en la Memoria, Anejos y planos del proyecto.

### **1.2 Presupuesto, plazos de ejecución y mano de obra**

El Presupuesto de Ejecución por Contrata de las obras e instalaciones del presente proyecto asciende a la cantidad de 1.360.228,46 €.

La duración de la obra es superior a 30 días.

## **2. Introducción objeto del Estudio de Seguridad y Salud**

### **2.1 Justificación**

Este Estudio de Seguridad y Salud establece una previsión de los procedimientos, equipos y medios auxiliares que se van a emplear en la obra, en el cual se exponen los riesgos laborales previstos y las medidas que se van a adoptar para evitarlos o reducirlos, todo ello se establece en el artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El promotor está obligado a que se realice el siguiente Estudio de Seguridad y Salud, ya que el proyecto cumple alguno de los supuestos siguientes:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido el proyecto es igual o superior a 450.759.08 €.
- La duración estimada es superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores a la vez.
- El volumen de mano de obra estimada, es decir, la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores es superior a 500.
- Obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.



## 2.2 Objeto del Estudio de Seguridad y Salud

El Estudio de Seguridad y Salud debe contener los siguientes apartados:

- La memoria, donde se exponen los procedimientos, equipos y medios auxiliares que se utilizan, los riesgos laborales que pueden presentarse y las medidas preventivas para evitarlos.
- El pliego de condiciones particulares donde se exponen las normas legales que se aplican.
- Las mediciones y el presupuesto
- Planos

## 3. Normativa de seguridad aplicada

- Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 780/1998, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, Señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, utilización de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

## 3. Prevención de riesgos laborales

### 3.1 Derechos y obligaciones

Los trabajadores tienen derecho a estar protegidos de manera eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

El empresario debe realizar la prevención de los riesgos laborales adoptando en todo momento las medidas necesarias para proteger la salud y seguridad de los trabajadores, realizando la formación de los trabajadores, una actuación necesaria en caso de emergencia, consultas, y vigilancia y atención de la salud de los trabajadores.

### 3.1.1 Obligaciones de los trabajadores

Según la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, artículo 29:

- Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas personas a las que pueda afectar su actividad profesional.
- Los trabajadores deben usar adecuadamente las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte, etc.
- Deben usar correctamente los medios y equipos de protección que facilita el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que sea un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.
- Cooperar con el empresario para que éste garantice condiciones seguras de trabajo.
- El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones anteriores tendrá consideración de incumplimiento laboral.

### 3.2 Principios generales de prevención

Se han de tener en cuenta en todo momento los siguientes principios de prevención:

- Evitar riesgos
- Evaluar los riesgos
- Prevenir los riesgos
- Adaptar el trabajo a las personas, facilitando siempre unas buenas condiciones de trabajo, una buena organización del puesto de trabajo, las relaciones sociales y el control de los factores ambientales en el trabajo
- Tener en cuenta la evolución de la técnica
- Anteponer protecciones colectivas a las individuales
- Dar la debida formación e instrucciones a los trabajadores

## **4. Identificación y prevención de los riesgos**

### **4.1 Movimiento de tierras**

#### Riesgos más frecuentes:

- Caída de personal al mismo nivel
- Caída de personal dentro de la excavación
- Desprendimiento de tierra, rocas o materiales
- Atrapamientos
- Inundaciones
- Derrumbamiento del terreno o edificios colindantes
- Vuelco de maquinaria
- Derivados de la interferencia con otras canalizaciones enterradas como gas, agua, electricidad
- Contaminación acústica
- Atropello

#### Medidas preventivas:

- Colocar tableros en los huecos abiertos
- Sacar el agua en caso de acumulación
- Barandillas de seguridad
- Separación entre circulación de vehículos y trabajadores
- No permanecer en el radio de acción de la maquinaria
- Señales acústicas de marcha atrás en las máquinas

#### Protecciones individuales (EPIs):

- Casco de seguridad (según EN-397)
- Arneses de seguridad (UNE-EN 361 y UNE-EN 358)
- Guantes de seguridad (UNE-EN 388)
- Botas de seguridad e impermeables (UNE-EN 50321)
- Gafas de seguridad (UNE-EN 166)
- Ropa adecuada de trabajo (UNE-EN ISO 27065, UNE-EN 13035 y UNE-EN 14605)
- Tapones auriculares (UNE-EN 3528)

## 4.2 Cimentación y estructuras

### Riesgos frecuentes:

- Caída de operarios al mismo o distinto nivel
- Caída al vacío desde andamios
- Golpes por caída de objetos, materiales o herramientas
- Atrapamiento
- Sobreesfuerzos
- Cortes durante la manipulación de la estructura
- Contactos eléctricos directos o indirectos con maquinaria de obra
- Desprendimientos, desplomes, hundimiento del terreno
- Contaminación acústica

### Medidas preventivas:

- Barandillas
- Pasarelas
- Escaleras seguras
- Andamios de seguridad
- Redes de seguridad verticales u horizontales según NTP 124
- Suelo limpio sin objetos que puedan entorpecer el paso

### Protecciones individuales (EPIs):

- Casco de seguridad (según EN-397)
- Arneses de seguridad (UNE-EN 361 y UNE-EN 358)
- Guantes de seguridad (UNE-EN 388)
- Botas de seguridad e impermeables (UNE-EN 50321)
- Gafas de seguridad (UNE-EN 166)
- Ropa adecuada de trabajo (UNE-EN ISO 27065, UNE-EN 13035 y UNE-EN 14605)
- Tapones auriculares (UNE-EN 3528)

### 4.3 Cubiertas

#### Riesgos frecuentes:

- Caídas al mismo o a distinto nivel
- Caídas al vacío
- Golpes por caída de objetos, materiales o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Atrapamiento
- Condiciones meteorológicas adversas
- Contactos eléctricos
- Pasarelas mal colocadas
- Contaminación acústica

#### Medidas preventivas:

- Redes de seguridad verticales u horizontales según NTP 124
- Andamios de seguridad
- Pasarelas bien colocadas
- Escaleras seguras
- Suelo limpio sin objetos que puedan entorpecer el paso
- Iluminación adecuada

#### Protección individual (EPIs):

- Casco de seguridad (según EN-397)
- Arneses de seguridad (UNE-EN 361 y UNE-EN 358)
- Guantes de seguridad (UNE-EN 388)
- Botas de seguridad e impermeables (UNE-EN 50321)
- Gafas de seguridad (UNE-EN 166)
- Ropa adecuada de trabajo (UNE-EN ISO 27065, UNE-EN 13035 y UNE-EN 14605)
- Tapones auriculares (UNE-EN 3528)

#### 4.4 Albañilería y cerramientos

##### Riesgos frecuentes:

- Caídas al mismo o a distinto nivel
- Caídas al vacío
- Golpes por caída de objetos, materiales o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Atrapamiento
- Condiciones meteorológicas adversas
- Contactos eléctricos
- Pasarelas mal colocadas
- Contaminación acústica

##### Medidas preventivas:

- Redes de seguridad verticales u horizontales según NTP 124
- Andamios de seguridad
- Pasarelas bien colocadas
- Escaleras seguras
- Suelo limpio sin objetos que puedan entorpecer el paso
- Iluminación adecuada

##### Protección individual (EPIs):

- Casco de seguridad (según EN-397)
- Arneses de seguridad (UNE-EN 361 y UNE-EN 358)
- Guantes de seguridad (UNE-EN 388)
- Botas de seguridad e impermeables (UNE-EN 50321)
- Gafas de seguridad (UNE-EN 166)
- Ropa adecuada de trabajo (UNE-EN ISO 27065, UNE-EN 13035 y UNE-EN 14605)
- Tapones auriculares (UNE-EN 3528)

#### 4.5 Instalaciones

##### Riesgos frecuentes:

- Inhalación de vapores y gases
- Explosiones e incendios
- Quemaduras
- Lesiones y cortes
- Polvo en exceso
- Contaminación acústica
- Caídas al mismo o a distinto nivel
- Caídas al vacío
- Golpes por caída de objetos, materiales o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Atrapamiento
- Condiciones meteorológicas adversas
- Contactos eléctricos
- Pasarelas mal colocadas

##### Medidas preventivas:

- Redes de seguridad verticales u horizontales según NTP 124
- Andamios de seguridad
- Pasarelas bien colocadas
- Escaleras seguras
- Suelo limpio sin objetos que puedan entorpecer el paso
- Iluminación adecuada
- Limpieza de las zonas de trabajo

##### Protección individual (EPIs):

- Casco de seguridad (según EN-397)
- Arneses de seguridad (UNE-EN 361 y UNE-EN 358)
- Guantes de seguridad (UNE-EN 388)
- Botas de seguridad e impermeables (UNE-EN 50321)
- Gafas de seguridad (UNE-EN 166)

- Ropa adecuada de trabajo (UNE-EN ISO 27065, UNE-EN 13035 y UNE-EN 14605)
- Tapones auriculares (UNE-EN 3528)

## **5. Botiquín**

Se debe disponer de botiquines fijos o portátiles, señalizados y bien situados.

Estos botiquines deben de estar previstos de los siguientes elementos:

- Elementos desinfectantes y antisépticos
- Gasas estériles y vendas adhesivas
- Algodón
- Vendas elásticas
- Esparadrapo
- Analgésicos
- Linterna
- Manta térmica

Es necesario revisarlo con regularidad y reponerlo cuando sea necesario.

## **6. Obligaciones del promotor**

El promotor debe designar un Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra en el caso en que esté implicada más de una empresa, una empresa y trabajadores autónomos o varios autónomos. Es el que debe tramitar la elaboración del estudio de seguridad y salud.

## **7. Funciones del coordinador de seguridad y salud**

El coordinador de seguridad debe desempeñar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad
- Planificar las distintas fases de los trabajos al tomar las decisiones de organización técnica
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y el resto de las entidades cumplan los principios generales de prevención de riesgos laborales
- Mantener la obra en buen estado de orden y limpieza
- Elegir el emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta los accesos y determinando las vías de circulación de vehículos y personas
- Delimitar las zonas de almacenamiento y depósito de los materiales



- Controlar la recogida de los materiales peligrosos utilizados
- La evacuación, almacenamiento y eliminación de los escombros
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y autónomos
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y sus modificaciones
- Organizar la coordinación de actividades empresariales

## **8. Libro de incidencias**

El libro de incidencias es facilitado por el Colegio profesional al que pertenece el técnico que haya aprobado el plan de Seguridad y Salud.

Es necesario que exista un control del libro de incidencias, y que esté debidamente numerado y registrado.

Este libro debe mantenerse siempre en la obra, está en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Cuando se haga una anotación en el libro de incidencias, se debe notificar al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en el libro, debe remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas.

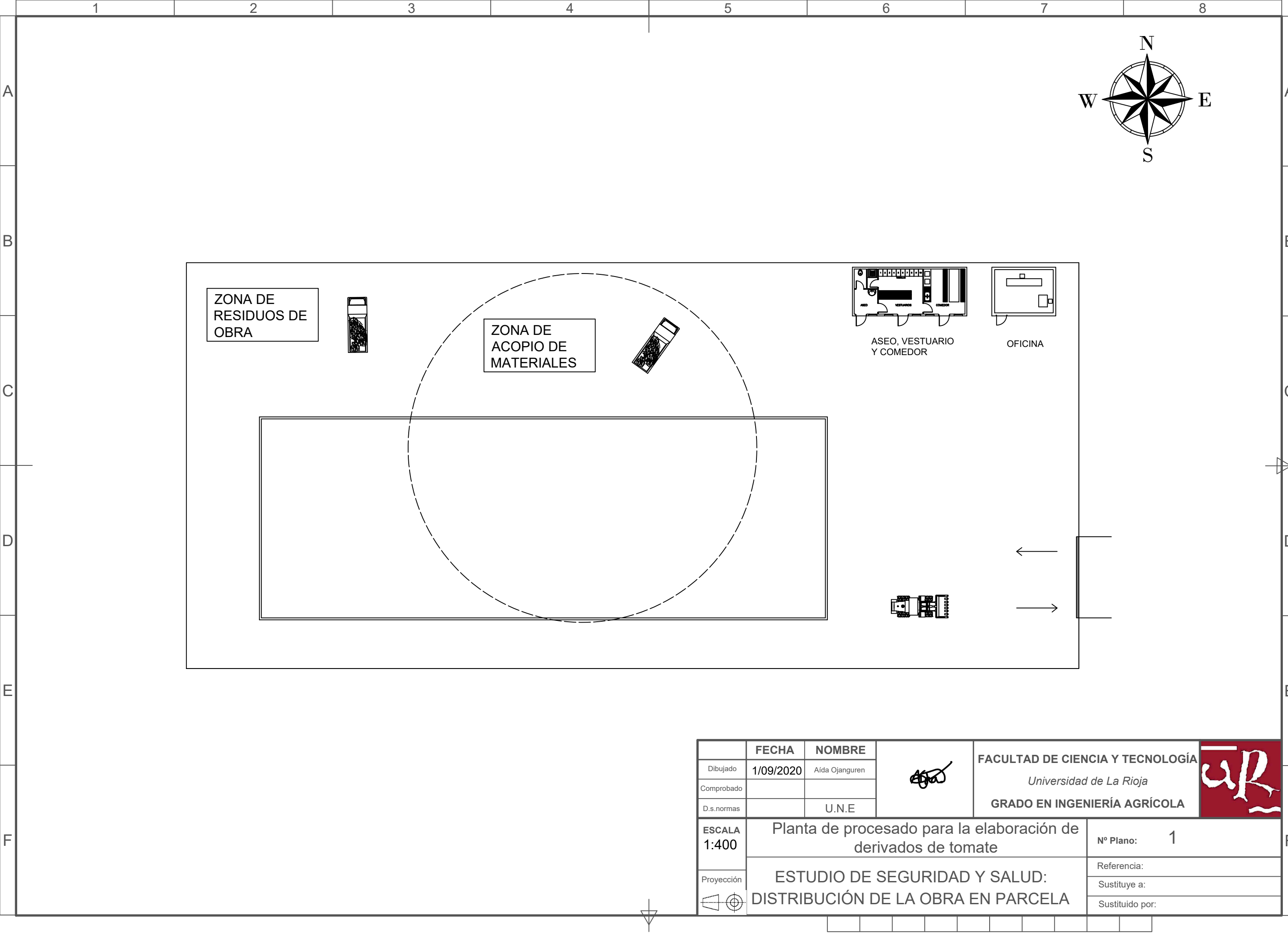
## **9. Planos del Estudio de Seguridad y Salud**

Plano 1: Distribución de la obra en parcela

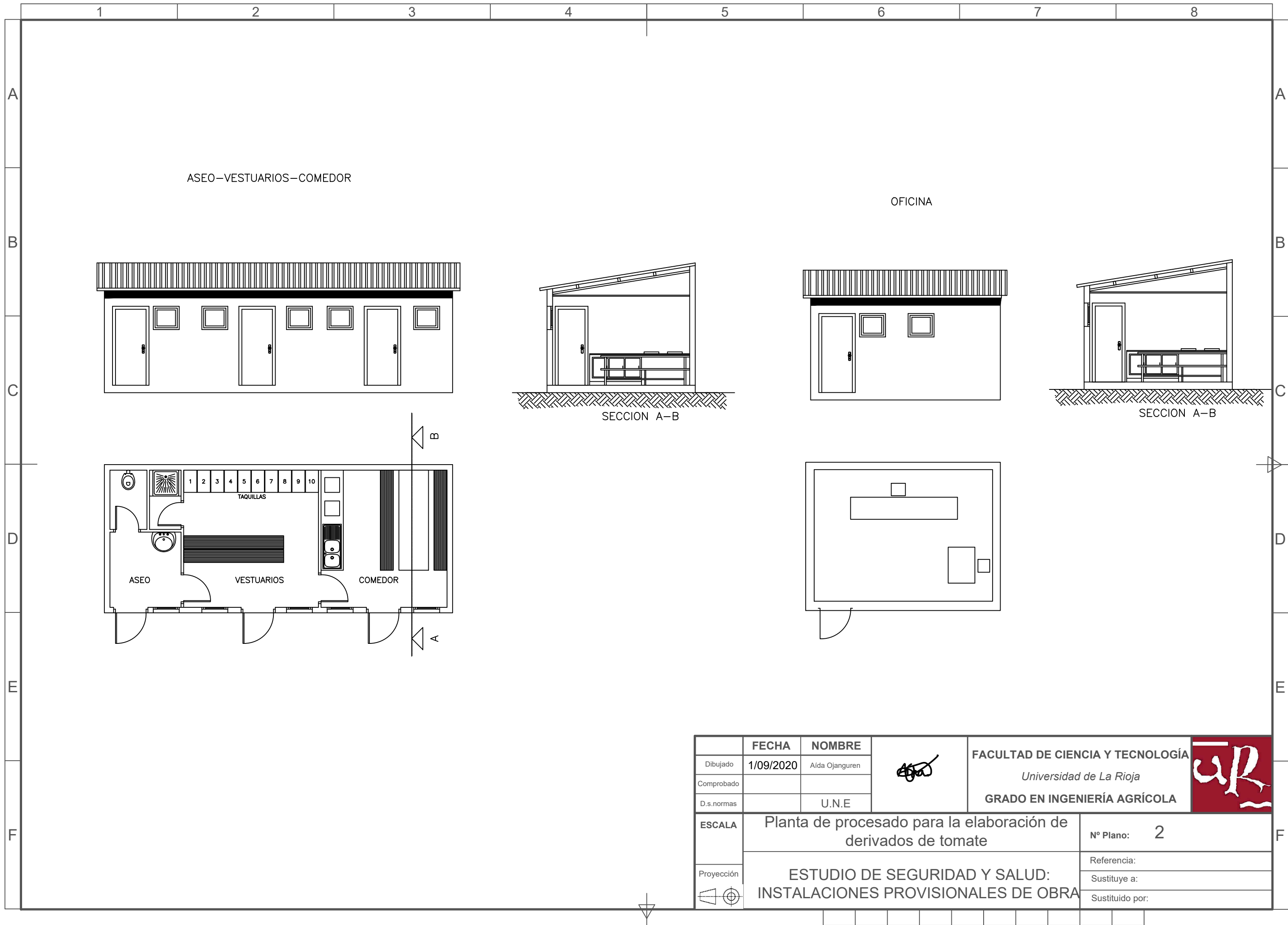
Plano 2: Instalaciones provisionales de obra




Plano 3: Protecciones individuales y señalización

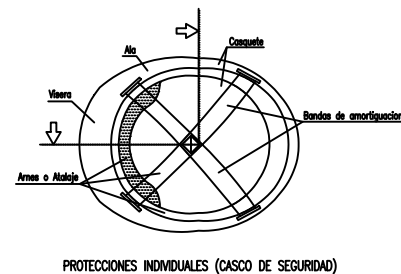
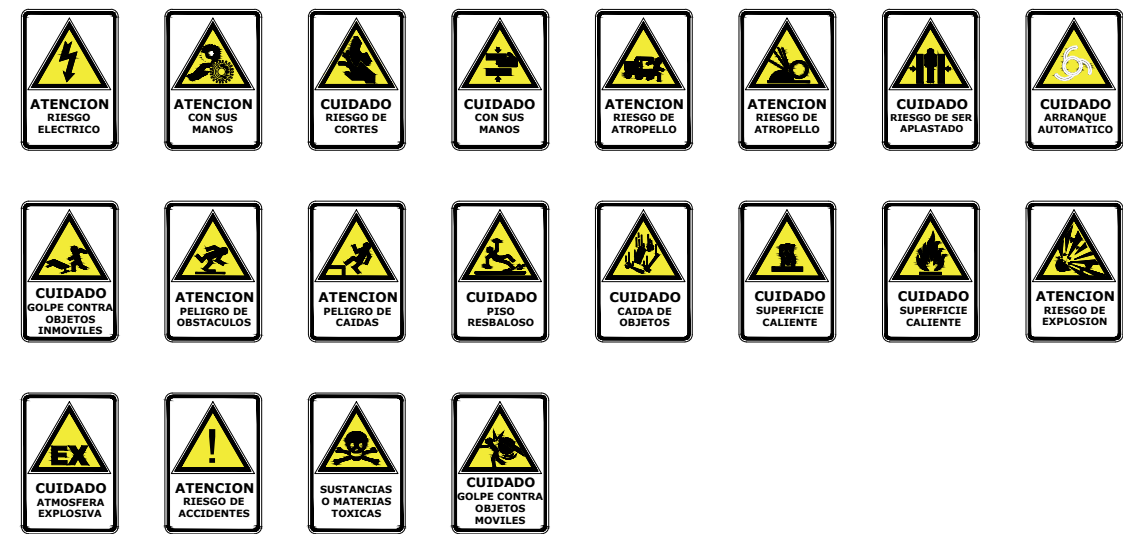
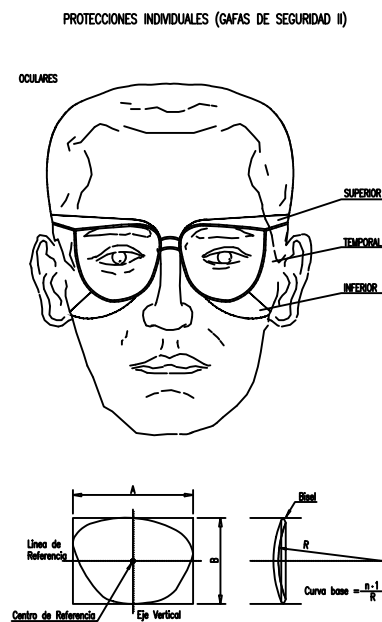
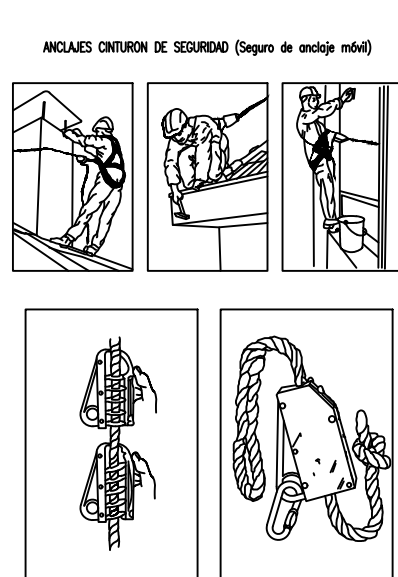
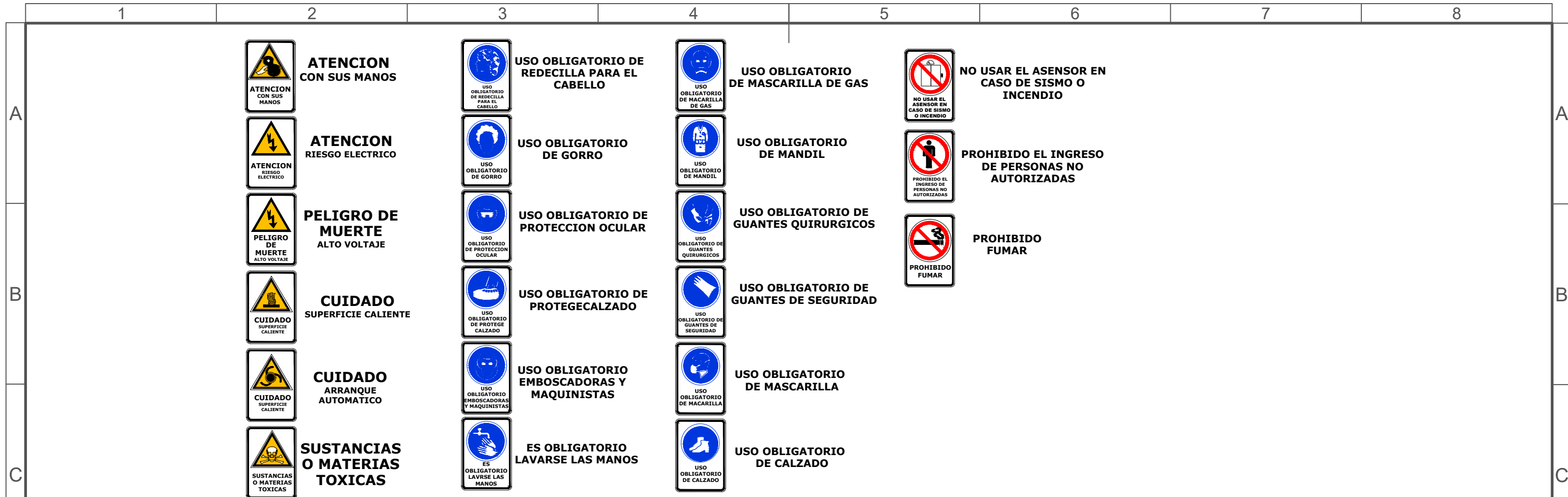
Plano 4: Protecciones colectivas






	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA <i>Universidad de La Rioja</i> GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA 1:400	Planta de procesamiento para la elaboración de derivados de tomate			Nº Plano: 1	
 Proyección	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: DISTRIBUCIÓN DE LA OBRA EN PARCELA			Referencia:	
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	

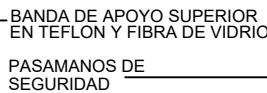
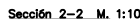
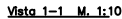
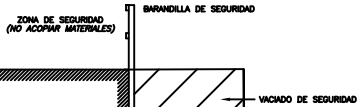


	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA <i>Universidad de La Rioja</i> GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aida Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate			Nº Plano:	2
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA			Referencia:	
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



	FECHA	NOMBRE		<b>FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b> <i>Universidad de La Rioja</i> <b>GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA</b>	
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
<b>ESCALA</b>	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate			<b>Nº Plano: 3</b>	
Proyección	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD:</b> <b>PROTECCIONES INDIVIDUALES Y</b> <b>SEÑALIZACIÓN</b>			Referencia:	
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	

## F

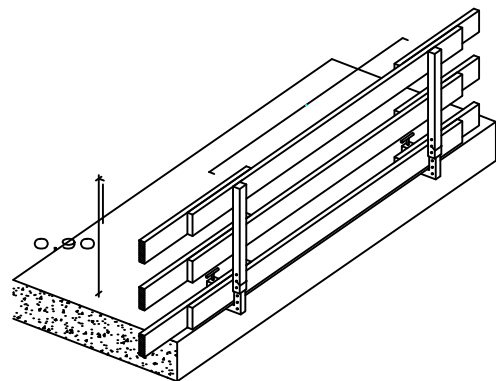


## ESCALERAS DE MANO

## PRECAUCIONES EN LAS EXCAVACIONES



## BARANDILLA TIPO SARGENTO



	<b>FECHA</b>	<b>NOMBRE</b>
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren
Comprobado		
D.s.normas		U.N.E

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Universidad de La Rioja

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

Nº Plano: 4

Referencia:

Sustituye a:

Sustituido por:





# DOCUMENTO N°2 PLANOS

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE DE PLANOS**

Plano 1: Situación y emplazamiento

Plano 2: Distribución en planta

Plano 3: Planta general acotada

Plano 4: Distribución maquinaria

Plano 5: Planta de cimentación

Plano 5.1: Detalles de cimentación

Plano 6: Secciones estructurales

Plano 7: Estructura de cubierta

Plano 8: Red de saneamiento: pluviales

Plano 9: Red de saneamiento: residuales y fecales

Plano 10: Instalación de fontanería

Plano 11: Instalación contra incendios

Plano 12: Instalación de aire comprimido

Plano 13: Instalación de vapor

Plano 14: Instalación eléctrica. Fuerza

Plano 15: Instalación eléctrica alumbrado

Plano 16: Cuadro general

Plano 16.1: Esquema unifilar 1

Plano 16.2: Esquema unifilar 2

Plano 16.3: Esquema unifilar 3

Plano 16.4: Esquema unifilar 4

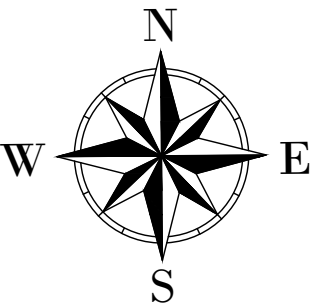
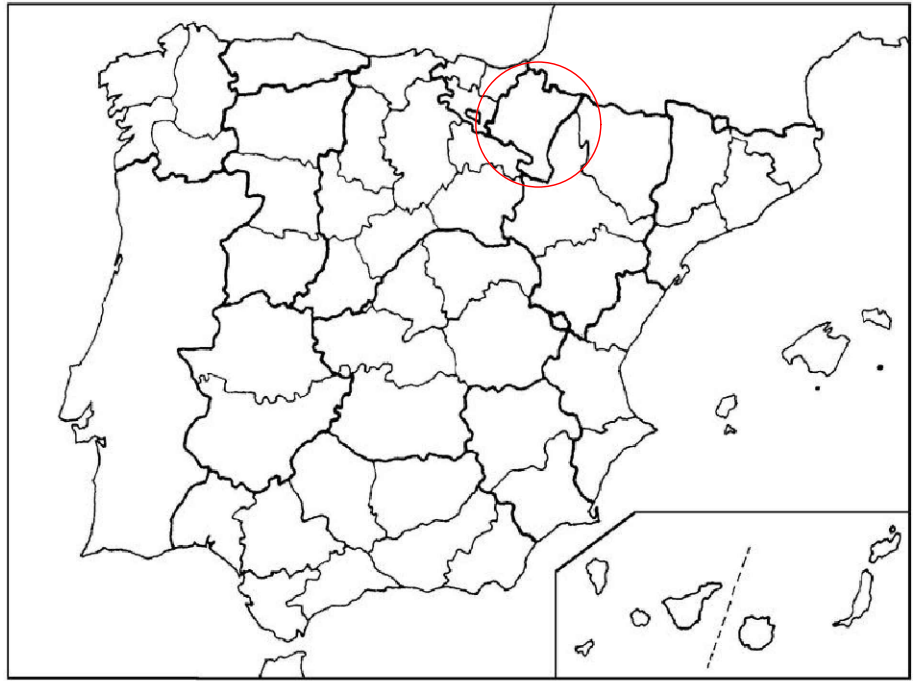
Plano 16.5: Esquema unifilar 5

Plano 16.6: Esquema unifilar 6



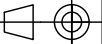
Plano 17: Alzados

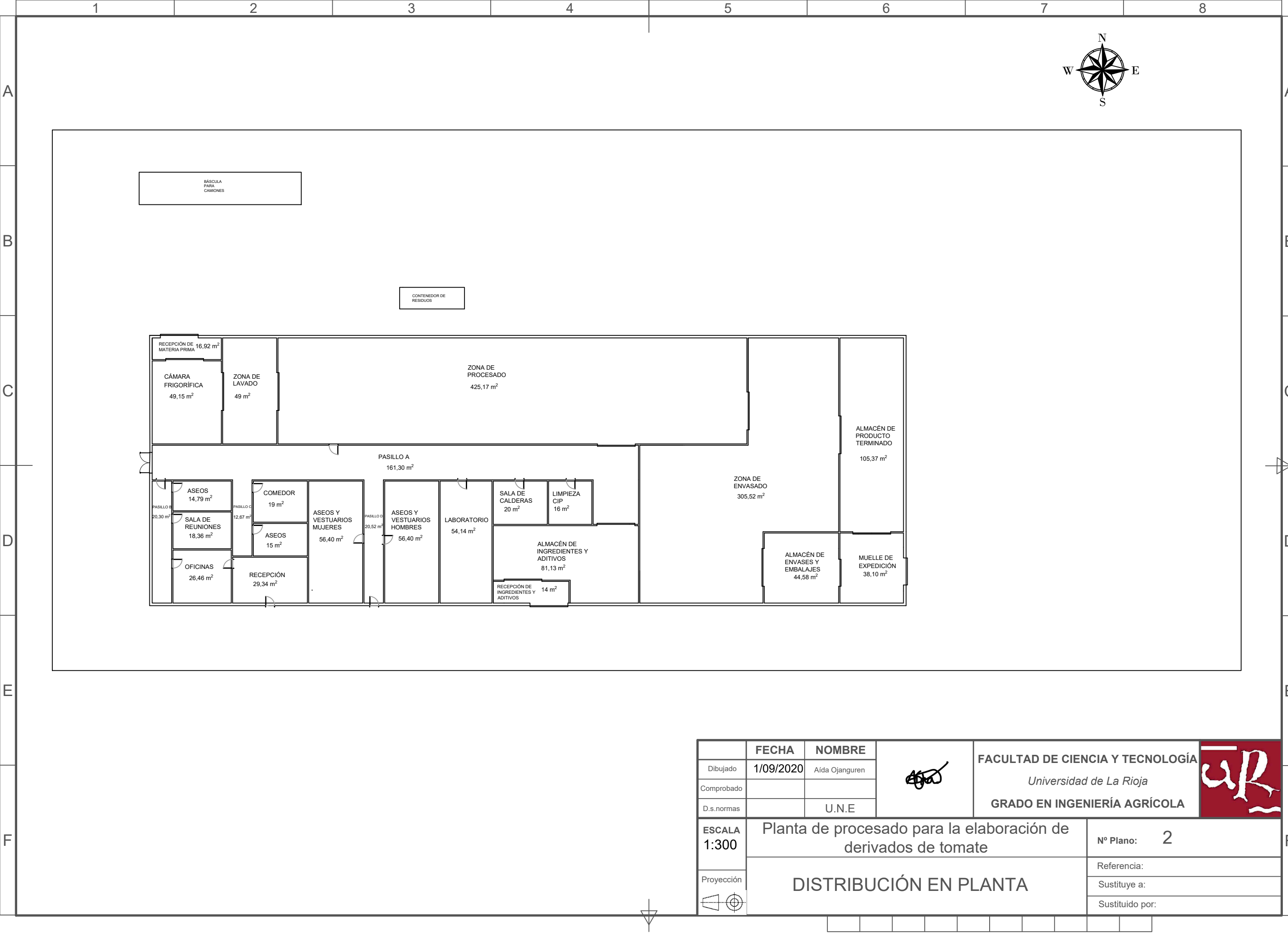
Plano 18: Urbanización



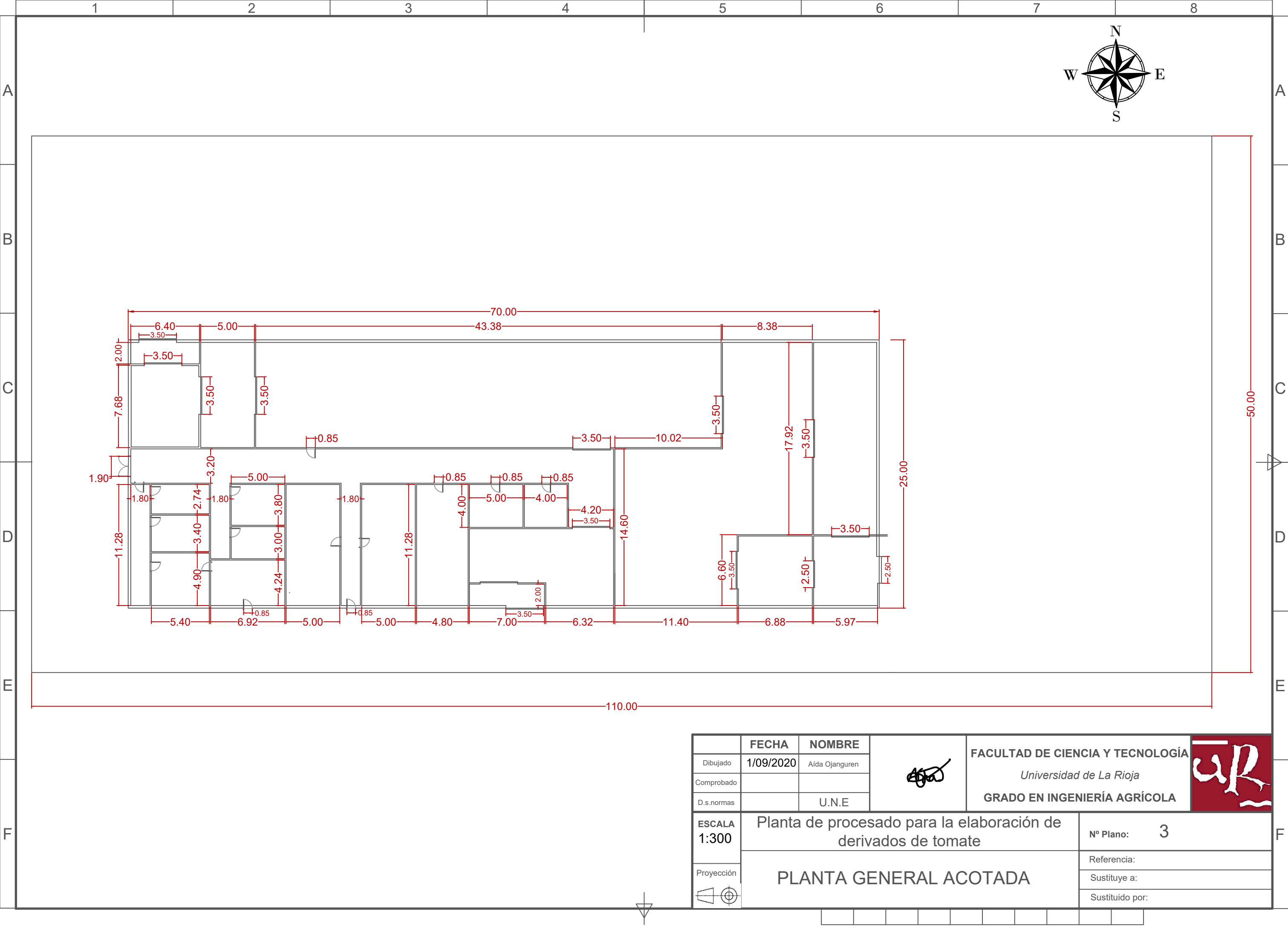


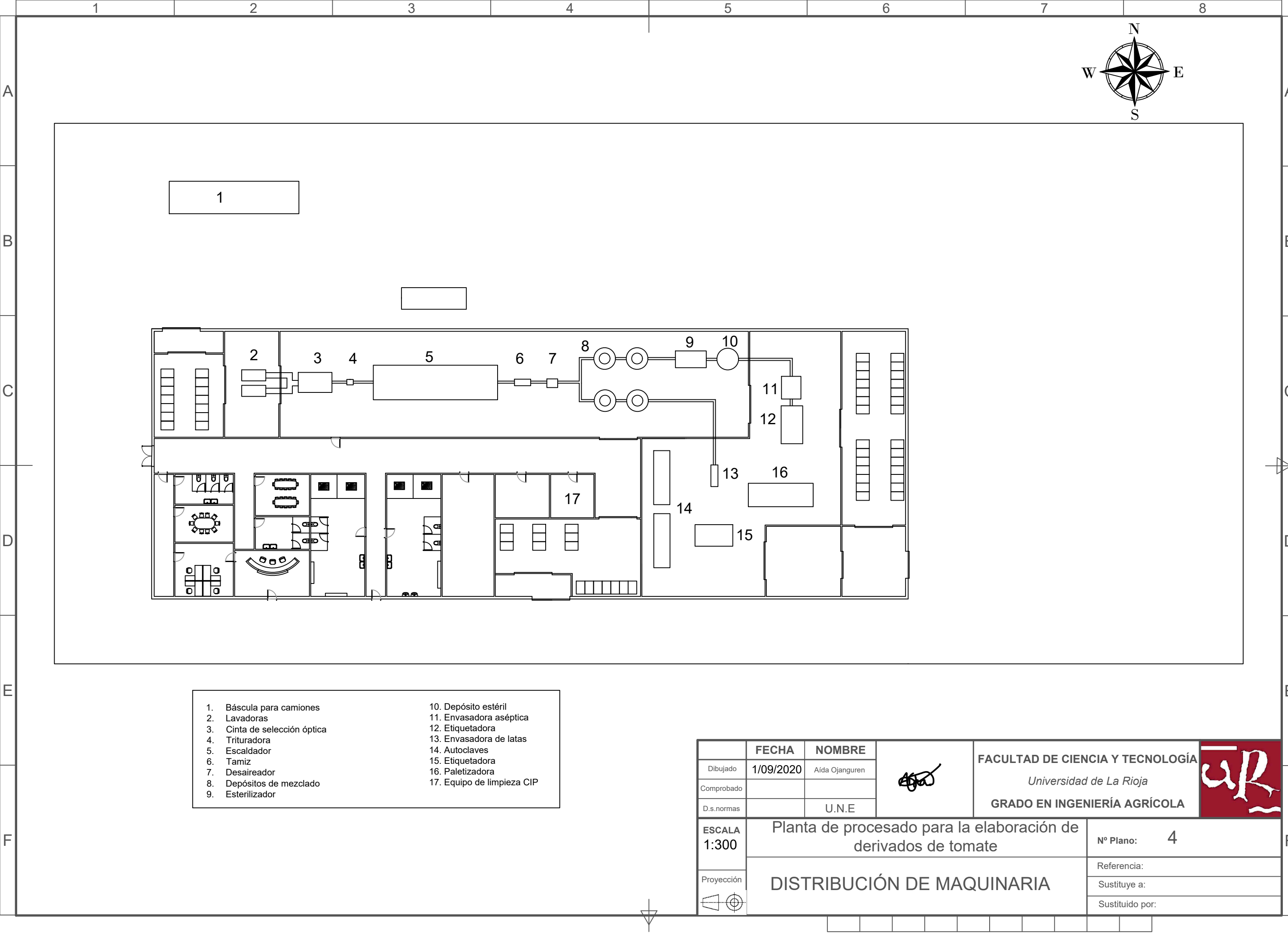
Parcela 445  
Polígono industrial  
La Alberguería

	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA Universidad de la Rioja GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren Chasco			
Comprobado					
D.S.normas		U.N.E.			
ESCALAS	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate				Número plano: 1
	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO				Referencia:
					Sustituye a
					Sustituído por



	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA <i>Universidad de La Rioja</i> GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA 1:300	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate			Nº Plano: 2	
	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA			Referencia:	
Sustituye a:					
Sustituido por:					
Proyección					

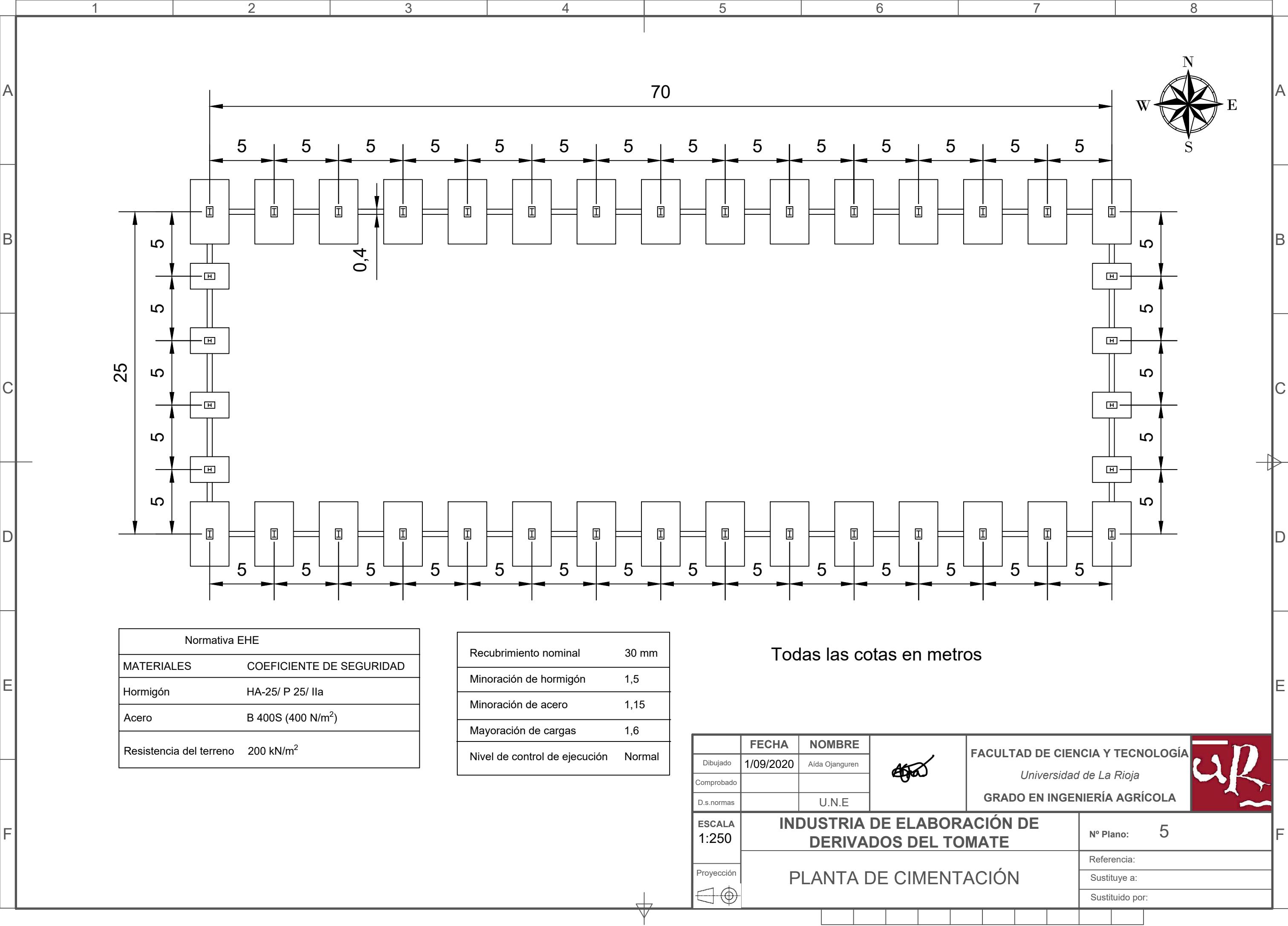




- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. Báscula para camiones     | 10. Depósito estéril       |
| 2. Lavadoras                 | 11. Envasadora aséptica    |
| 3. Cinta de selección óptica | 12. Etiquetadora           |
| 4. Trituradora               | 13. Envasadora de latas    |
| 5. Escaldador                | 14. Autoclaves             |
| 6. Tamiz                     | 15. Etiquetadora           |
| 7. Desaireador               | 16. Paletizadora           |
| 8. Depósitos de mezclado     | 17. Equipo de limpieza CIP |
| 9. Esterilizador             |                            |

	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Universidad de La Rioja GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA 1:300	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate				Nº Plano: 4
Proyección 	DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA				Referencia:
					Sustituye a:
					Sustituido por:





## A



C

D

## 4



## 6



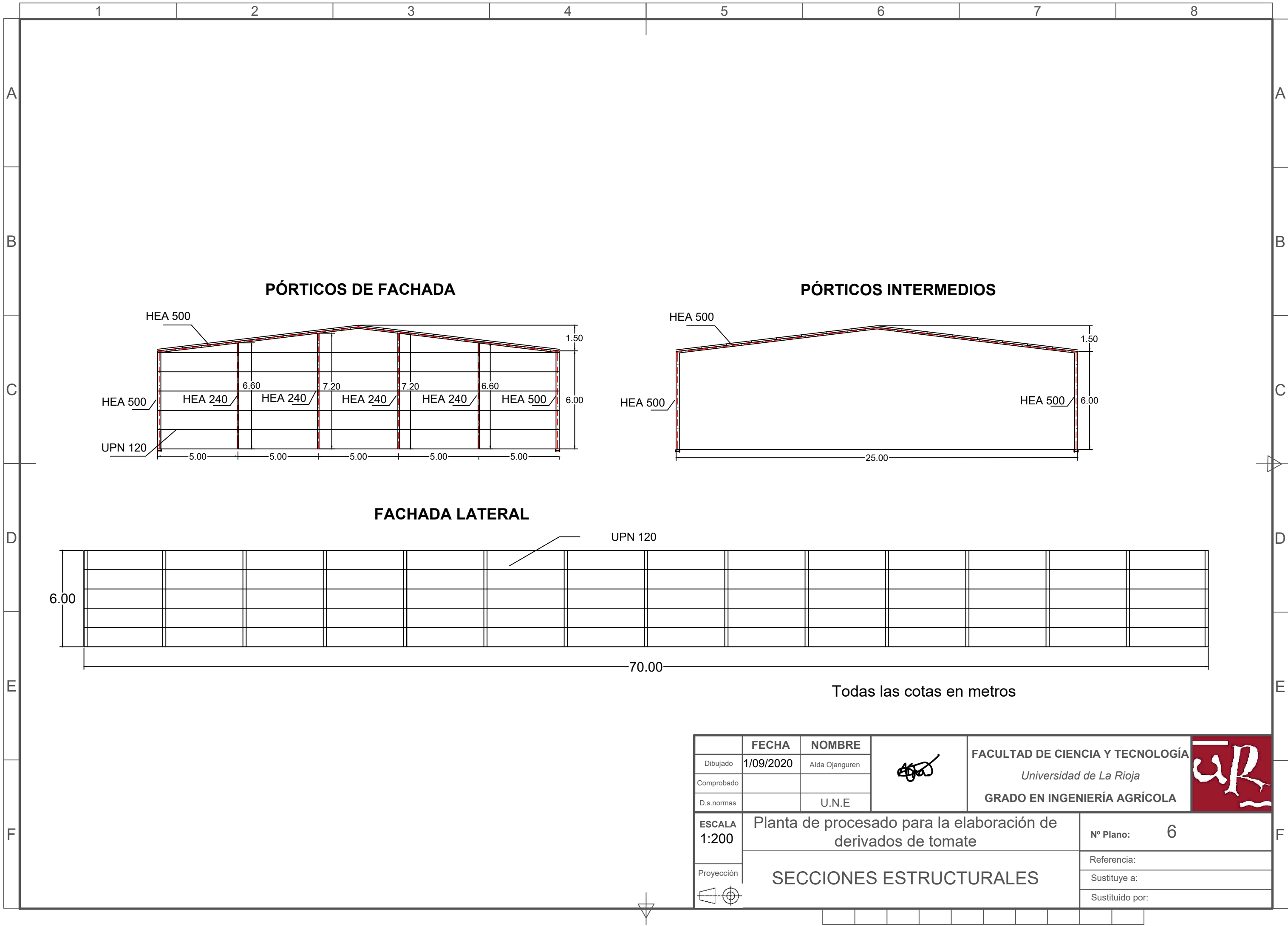
A

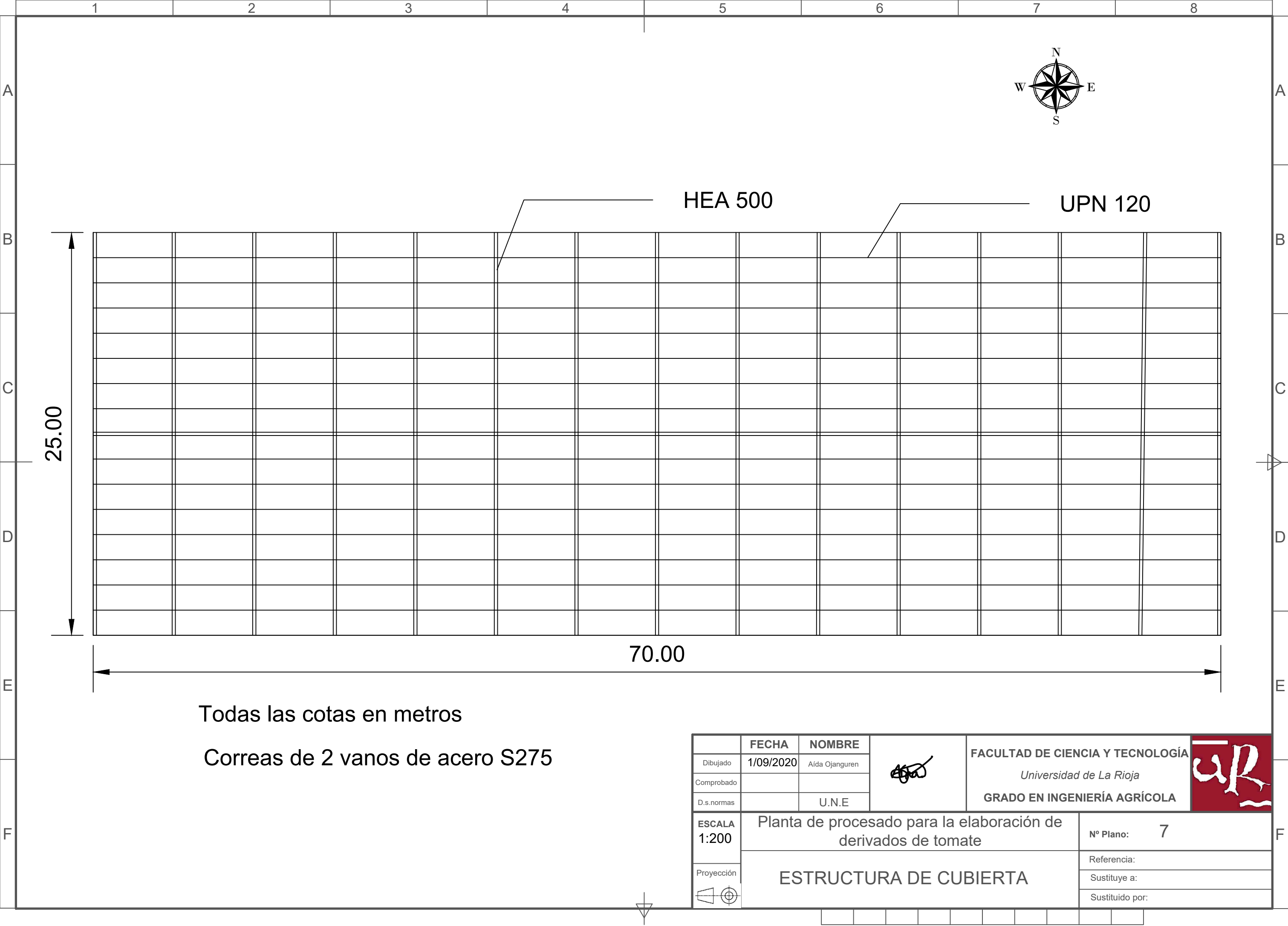
B

C

D



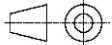
EEF



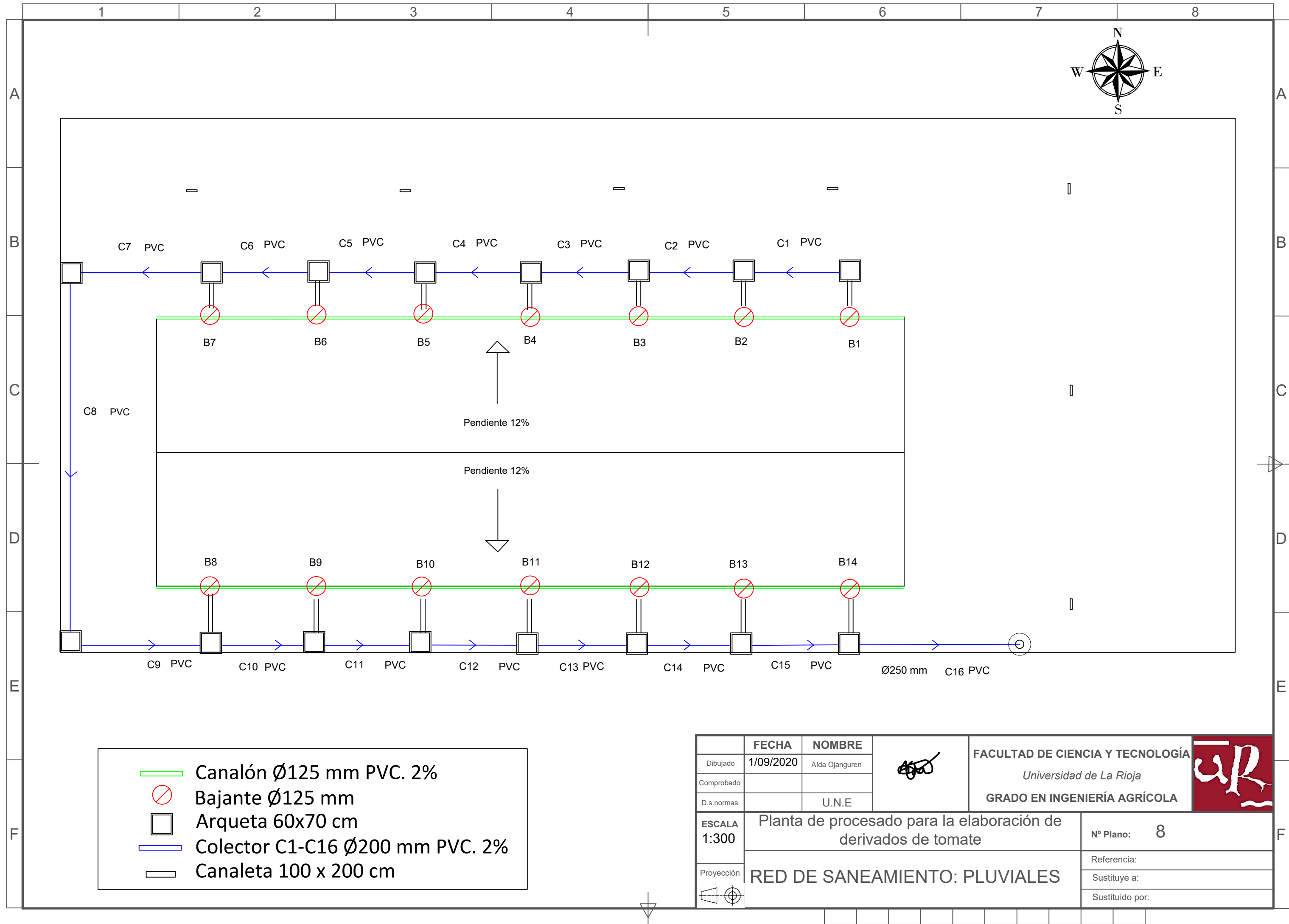





Todas las cotas en metros

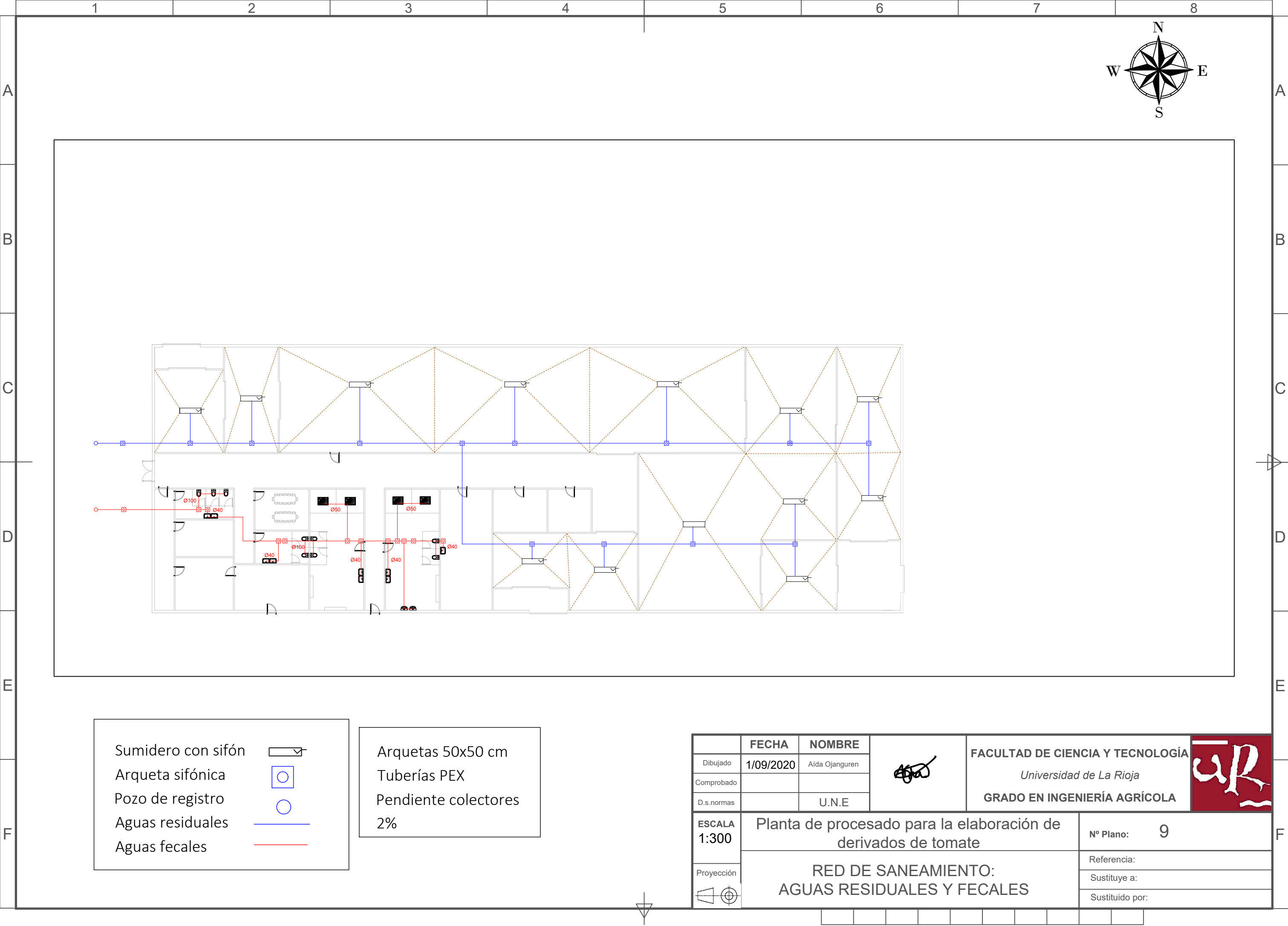
Correas de 2 vanos de acero S275

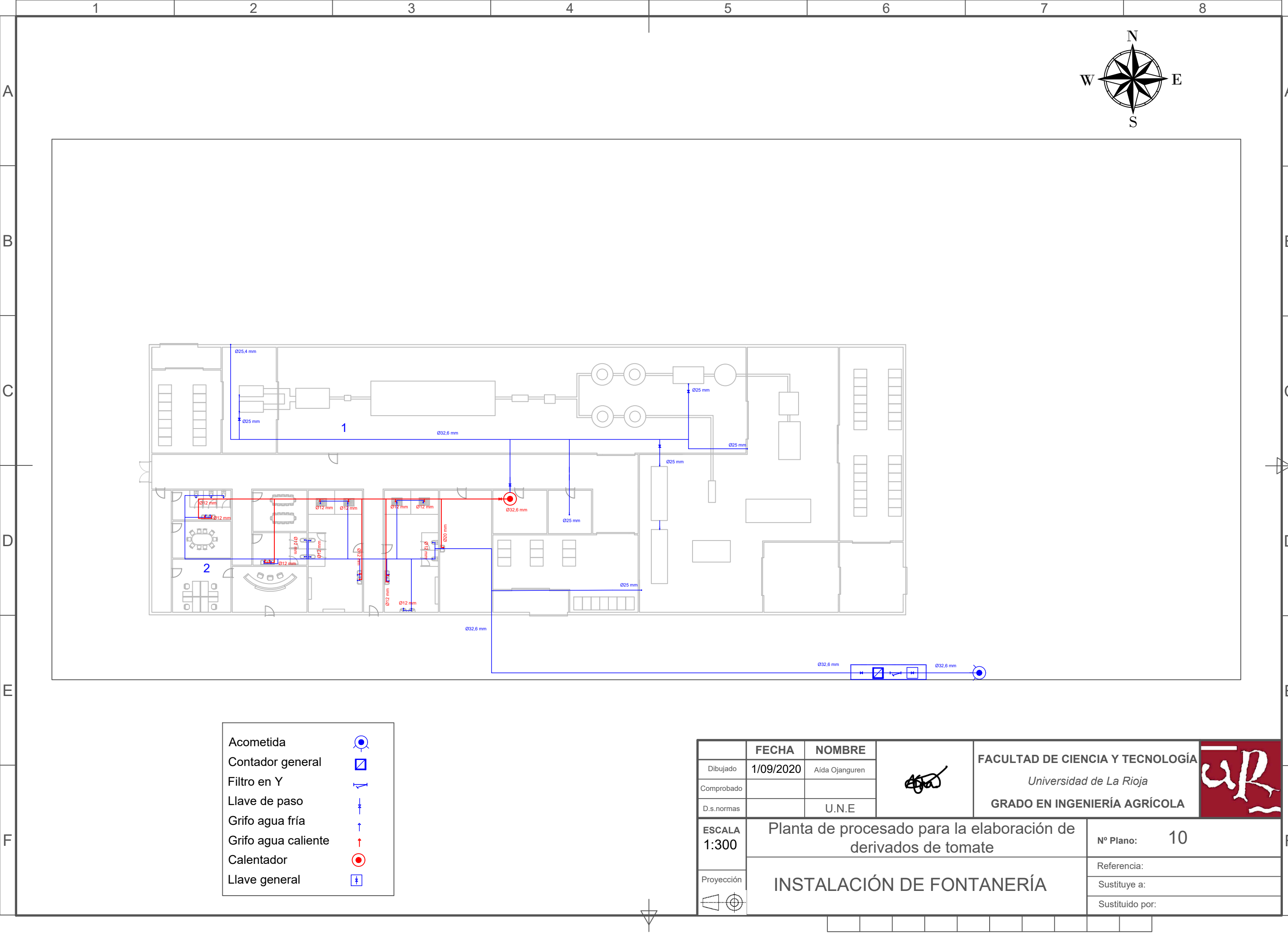
	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Universidad de La Rioja GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aida Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA 1:200	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate				Nº Plano: 7
	ESTRUCTURA DE CUBIERTA				Referencia:
					Sustituye a:
					Sustituido por:





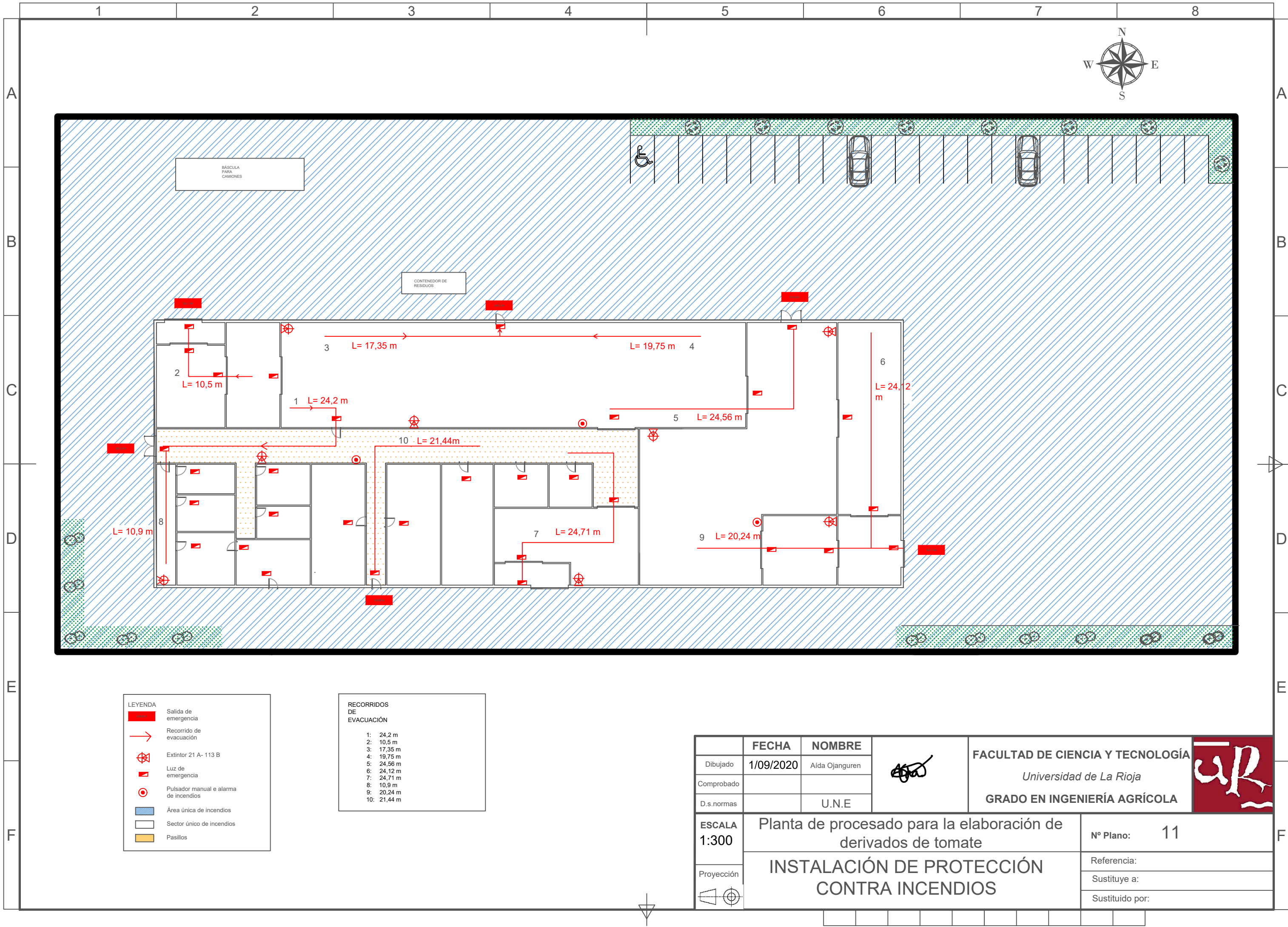
	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA <i>Universidad de La Rioja</i> GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA 1:300	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate			Nº Plano: 8	
				Referencia:	
Proyección 	RED DE SANEAMIENTO: PLUVIALES			Sustituye a:	
				Sustituido por:	

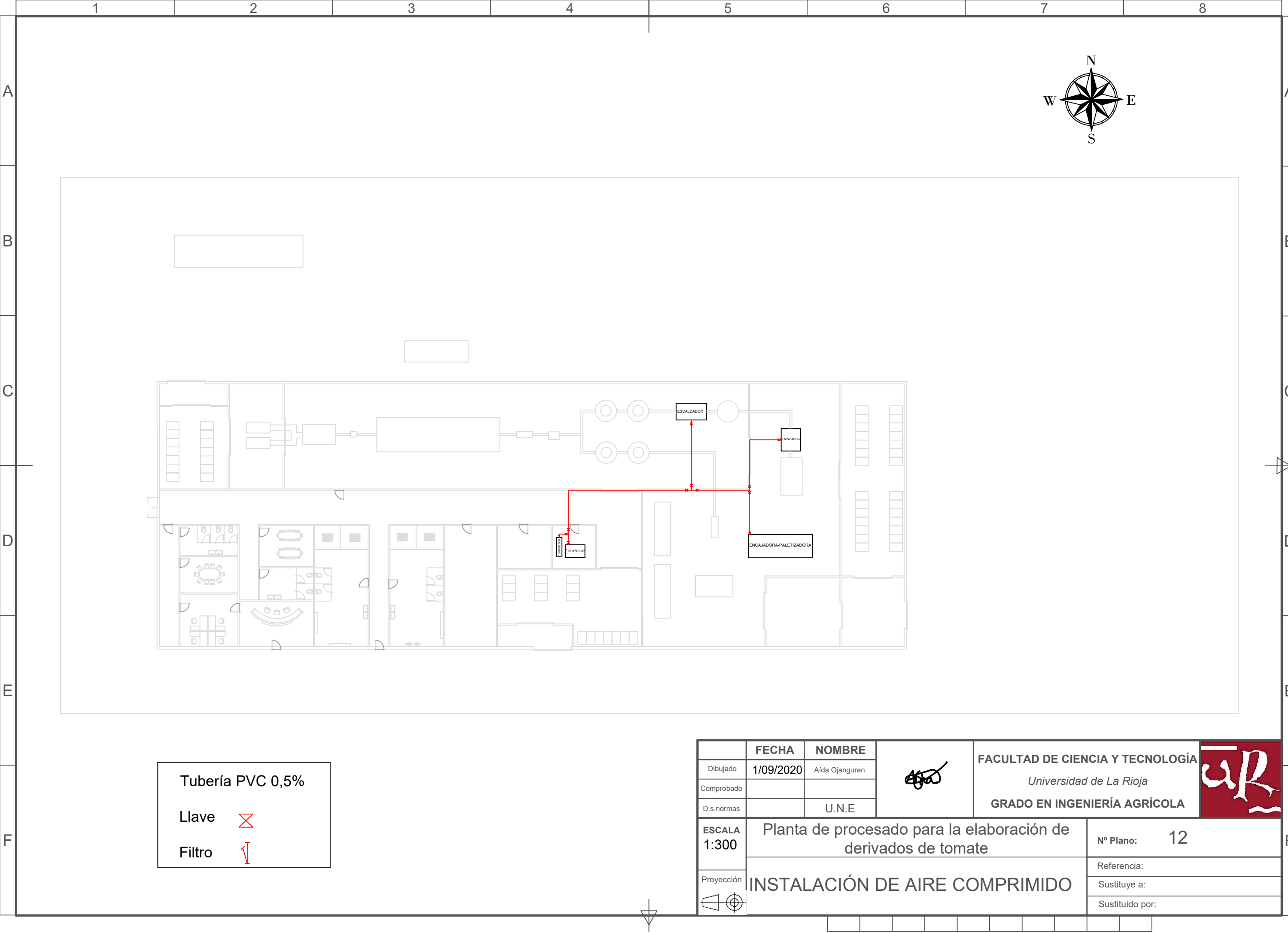





Acometida	
Contador general	
Filtro en Y	
Llave de paso	
Grifo agua fría	
Grifo agua caliente	
Calentador	
Llave general	


	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA <i>Universidad de La Rioja</i> GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA 1:300	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate			Nº Plano:	10
Proyección 	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA			Referencia:	
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



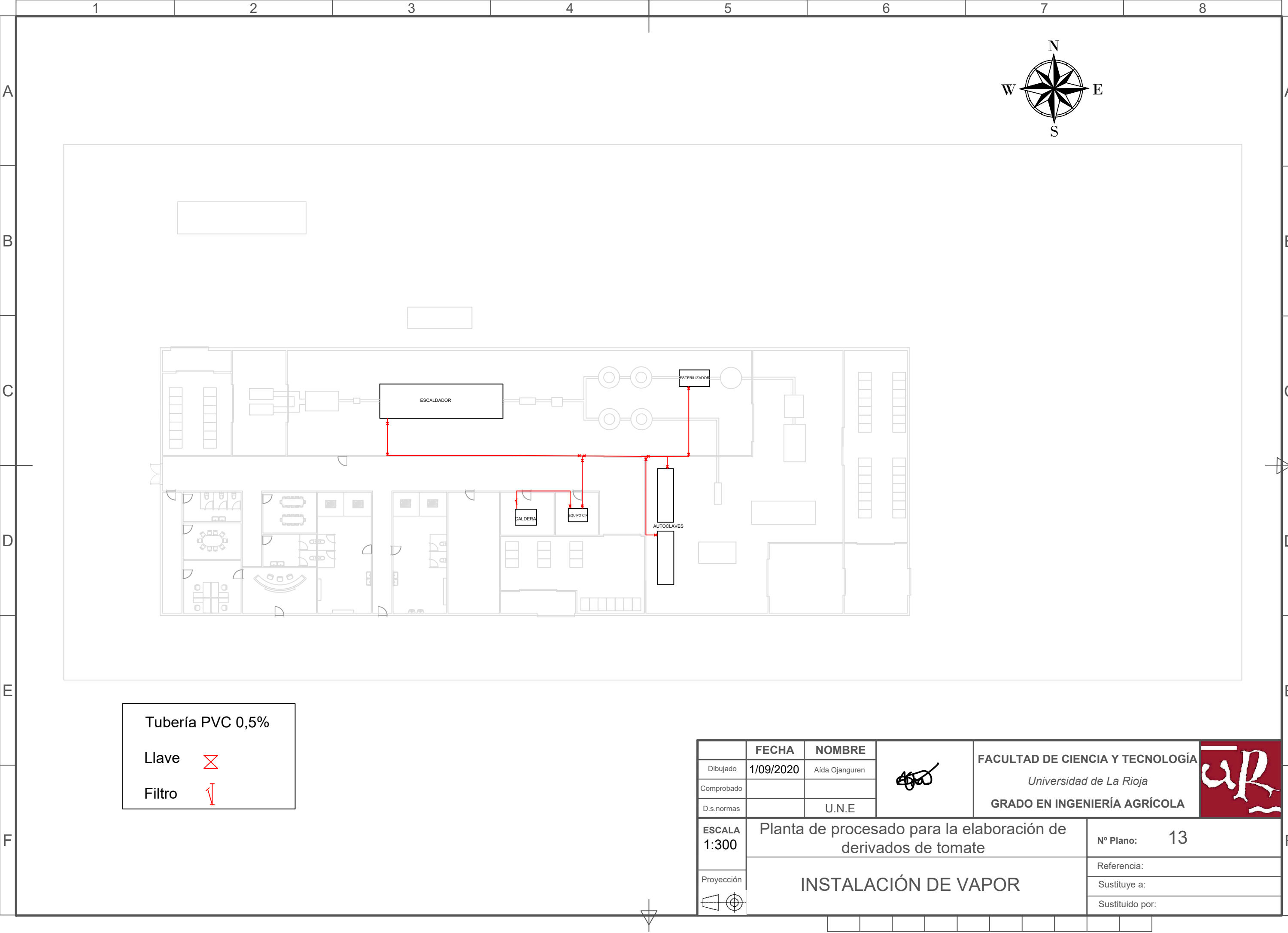


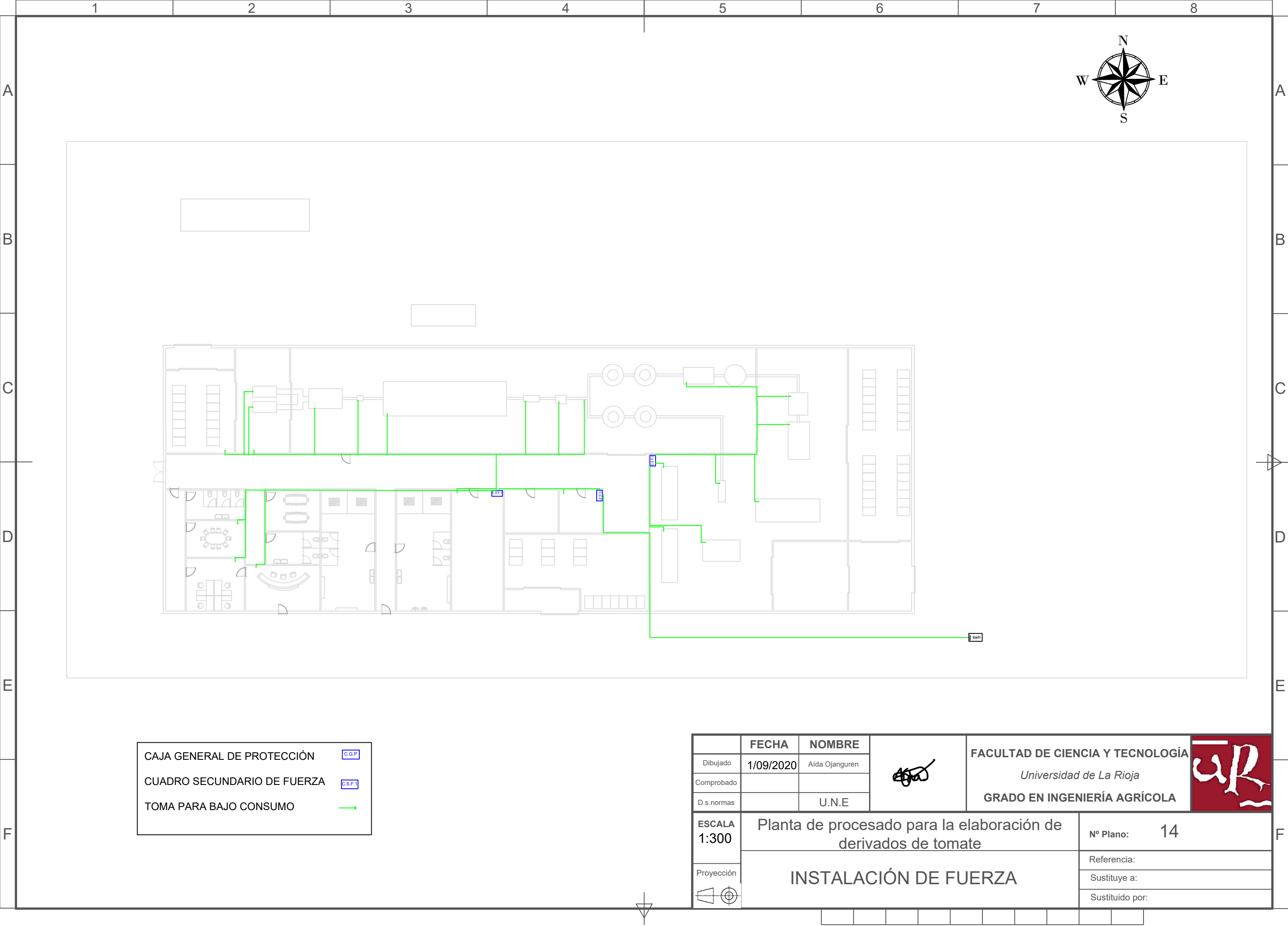
Tubería PVC 0,5%

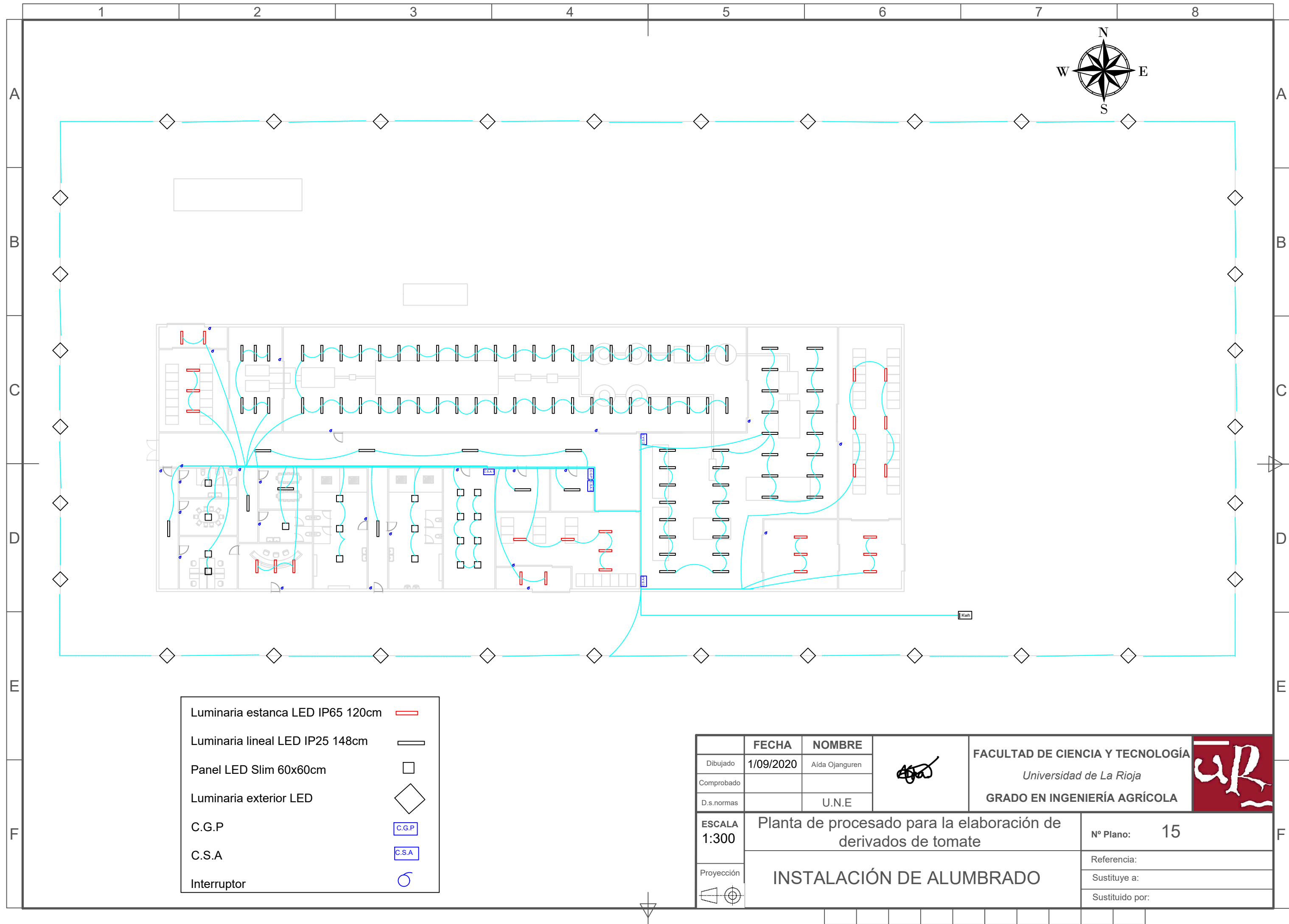
Llave 

Filtro 

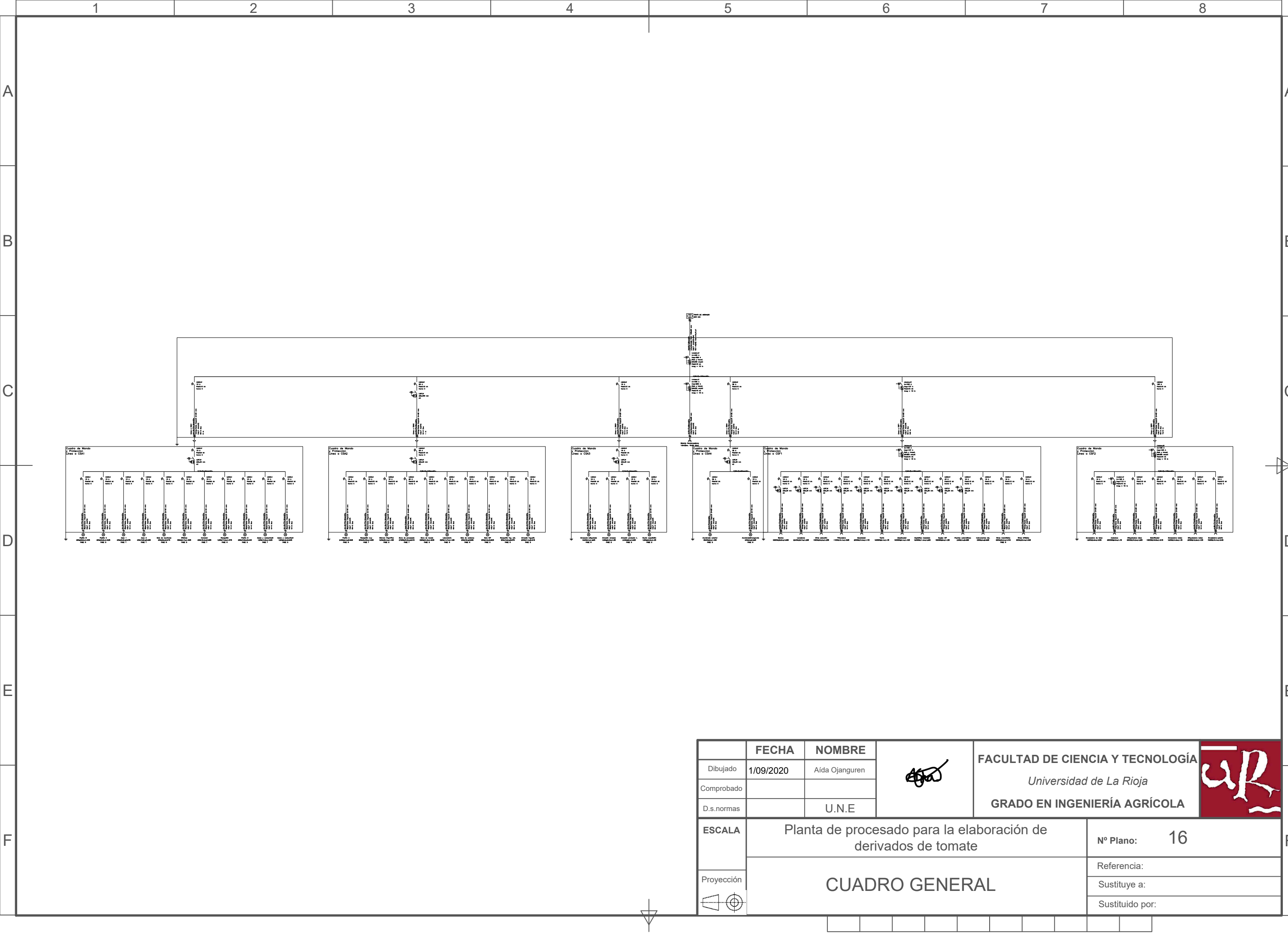
	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Universidad de La Rioja GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aida Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA 1:300	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate				Nº Plano: 12
Proyección	INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO				Referencia:
					Sustituye a:
					Sustituido por:






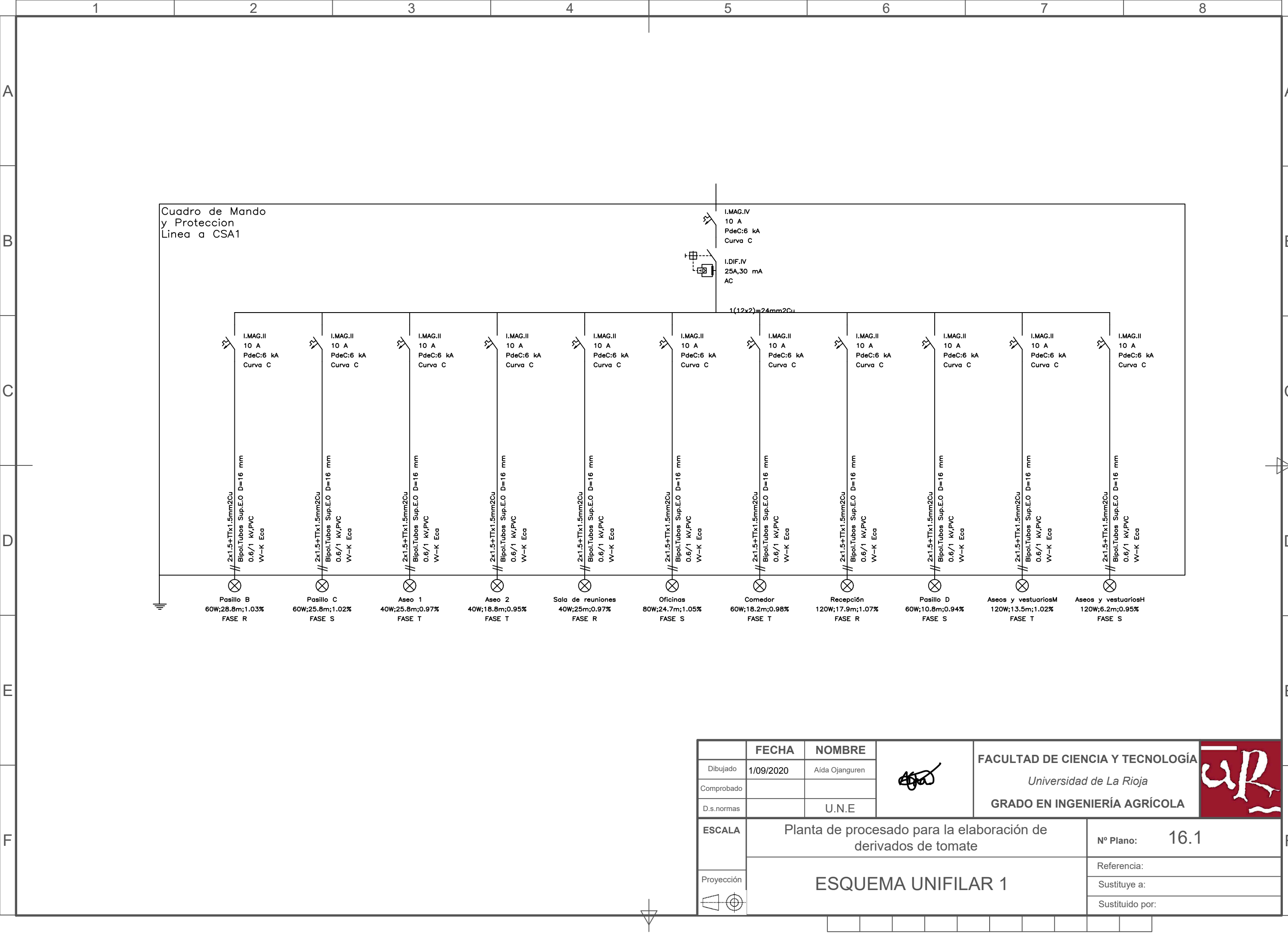






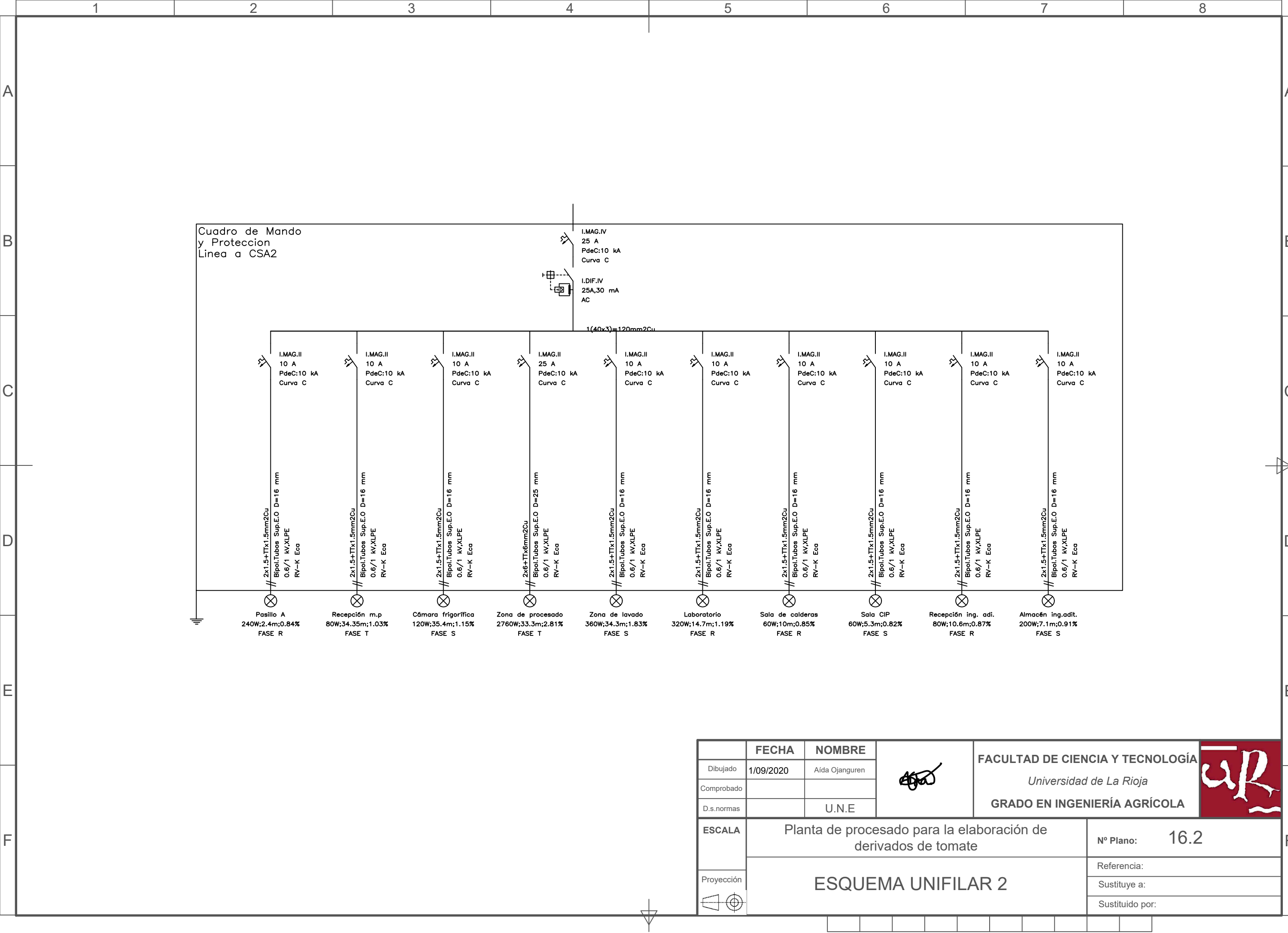








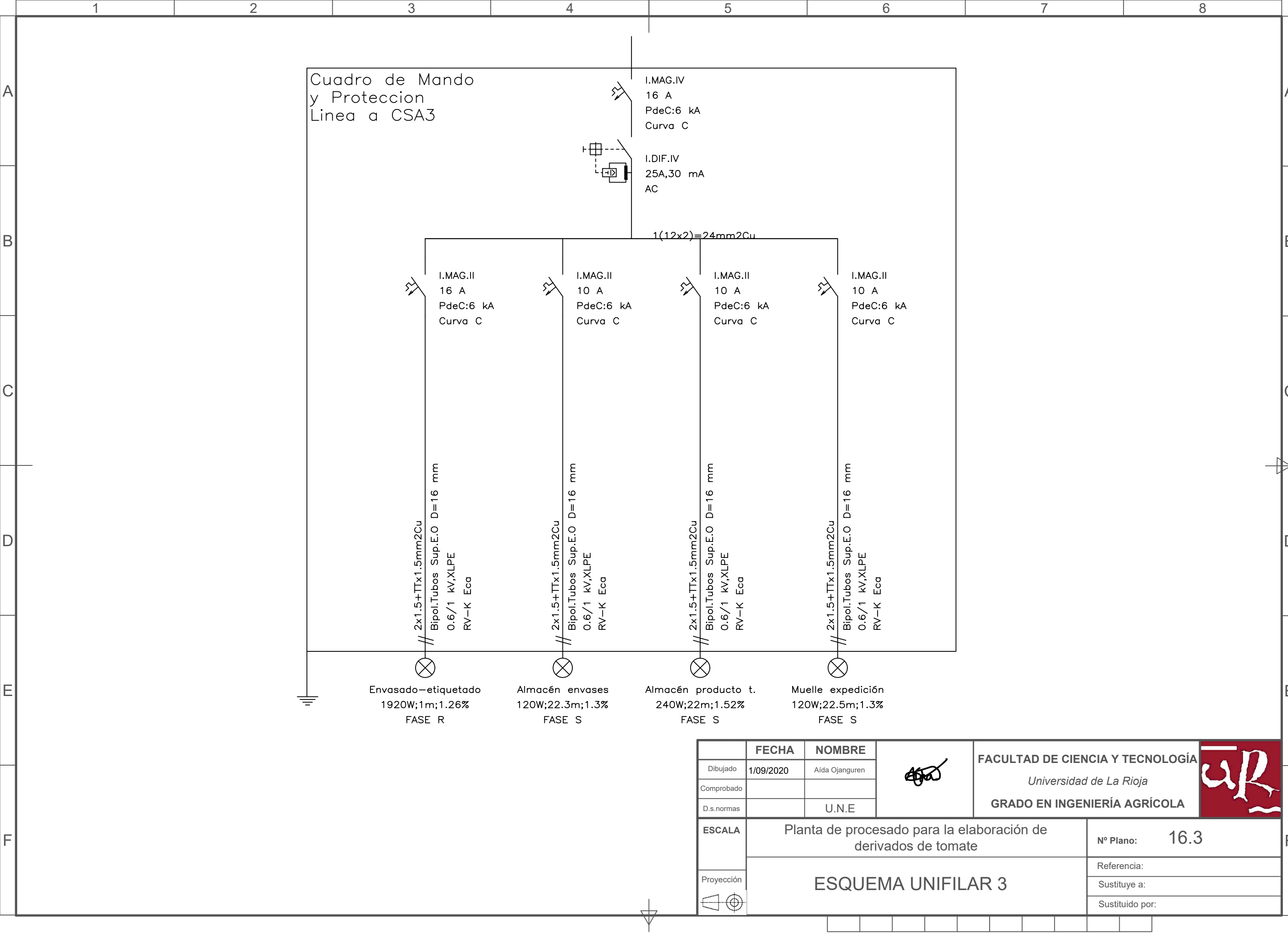
	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA <i>Universidad de La Rioja</i> GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate			Nº Plano:	16
	CUADRO GENERAL			Referencia:	
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	

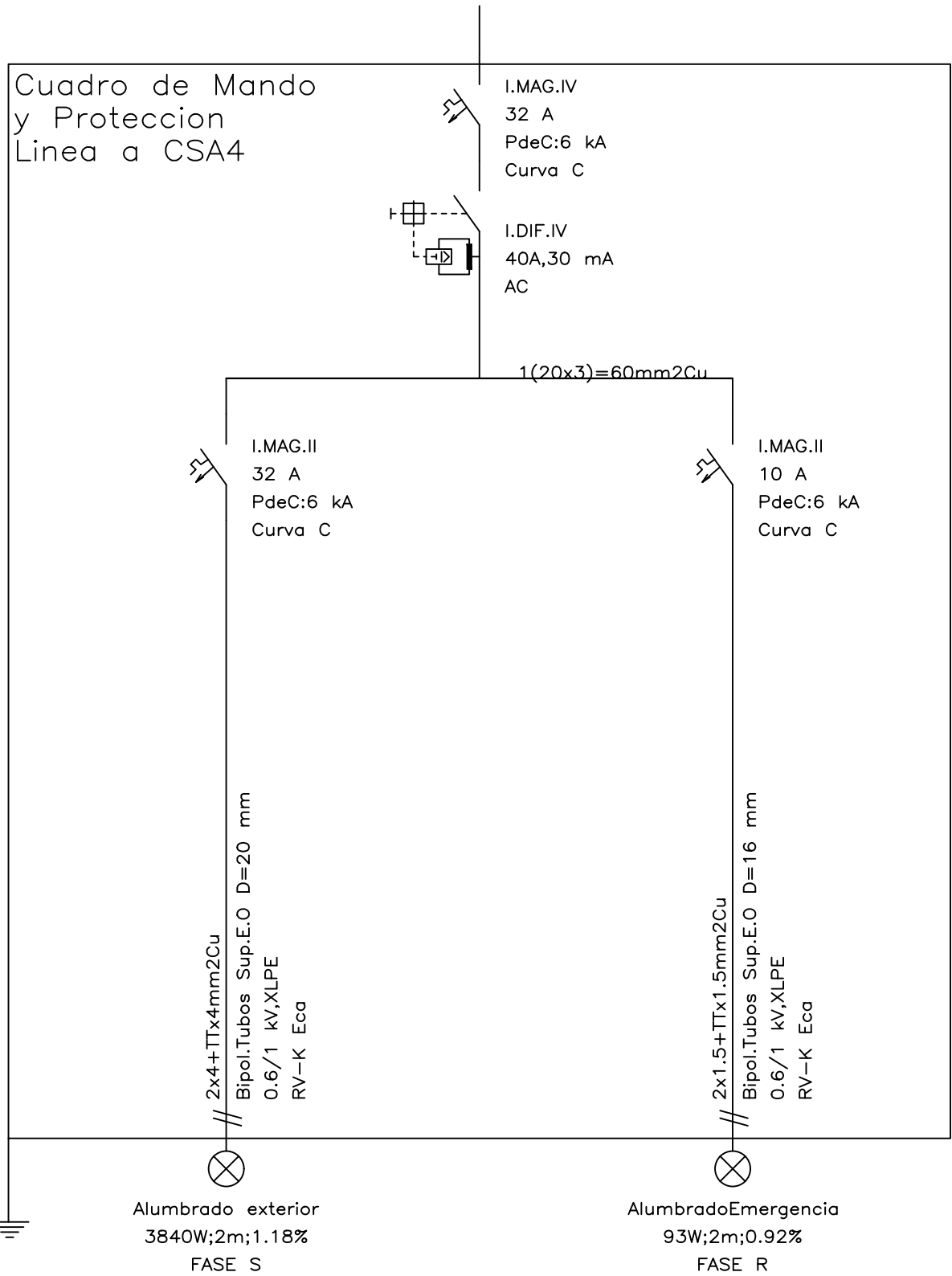




	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA <i>Universidad de La Rioja</i> GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate				Nº Plano: 16.1
	ESQUEMA UNIFILAR 1				Referencia:
Sustituye a:					
Sustituido por:					
Proyección					

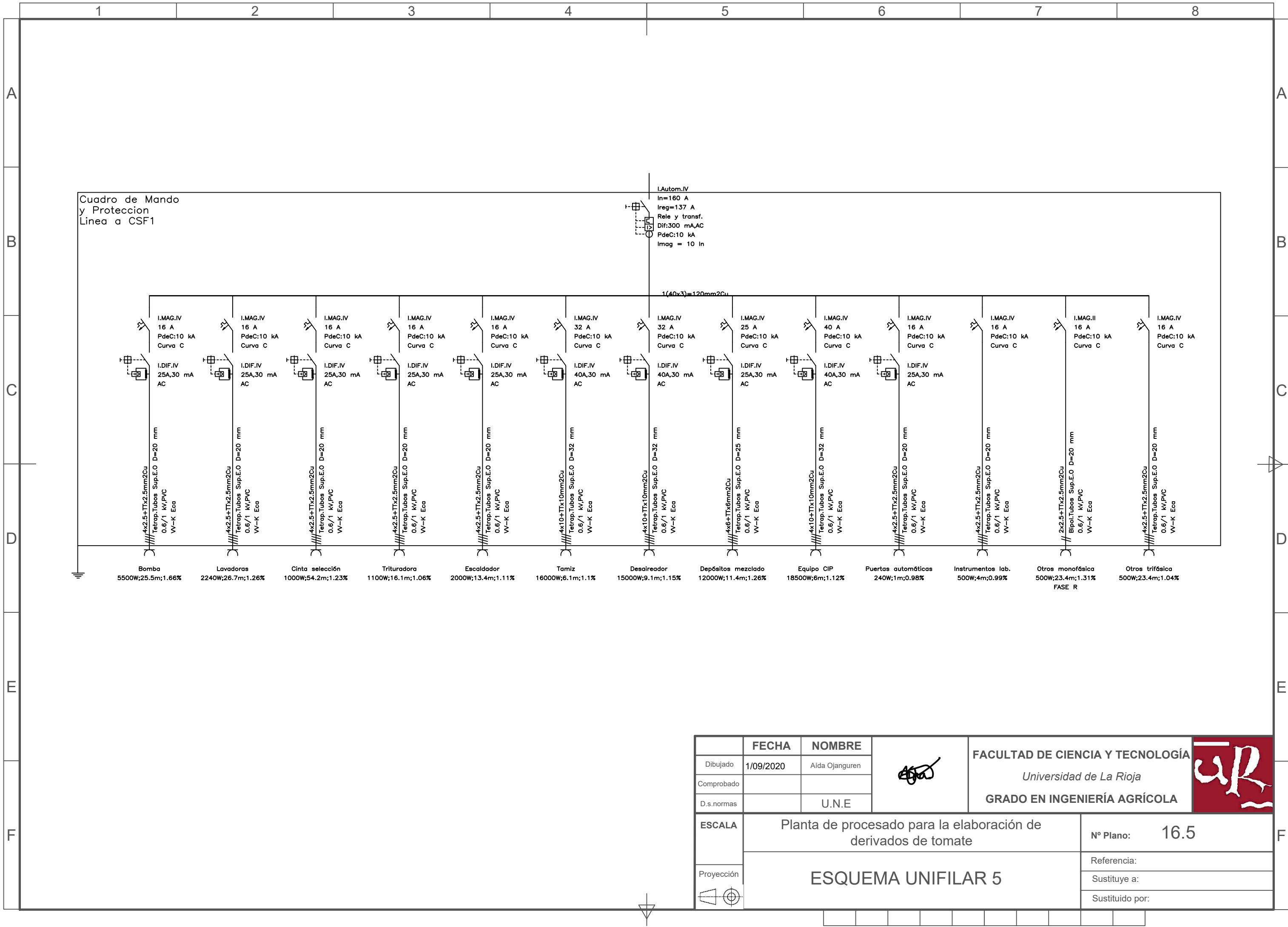





	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA <i>Universidad de La Rioja</i> GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate			Nº Plano:	16.2
	ESQUEMA UNIFILAR 2			Referencia:	
Sustituye a:					
Sustituido por:					
Proyección					
					
					

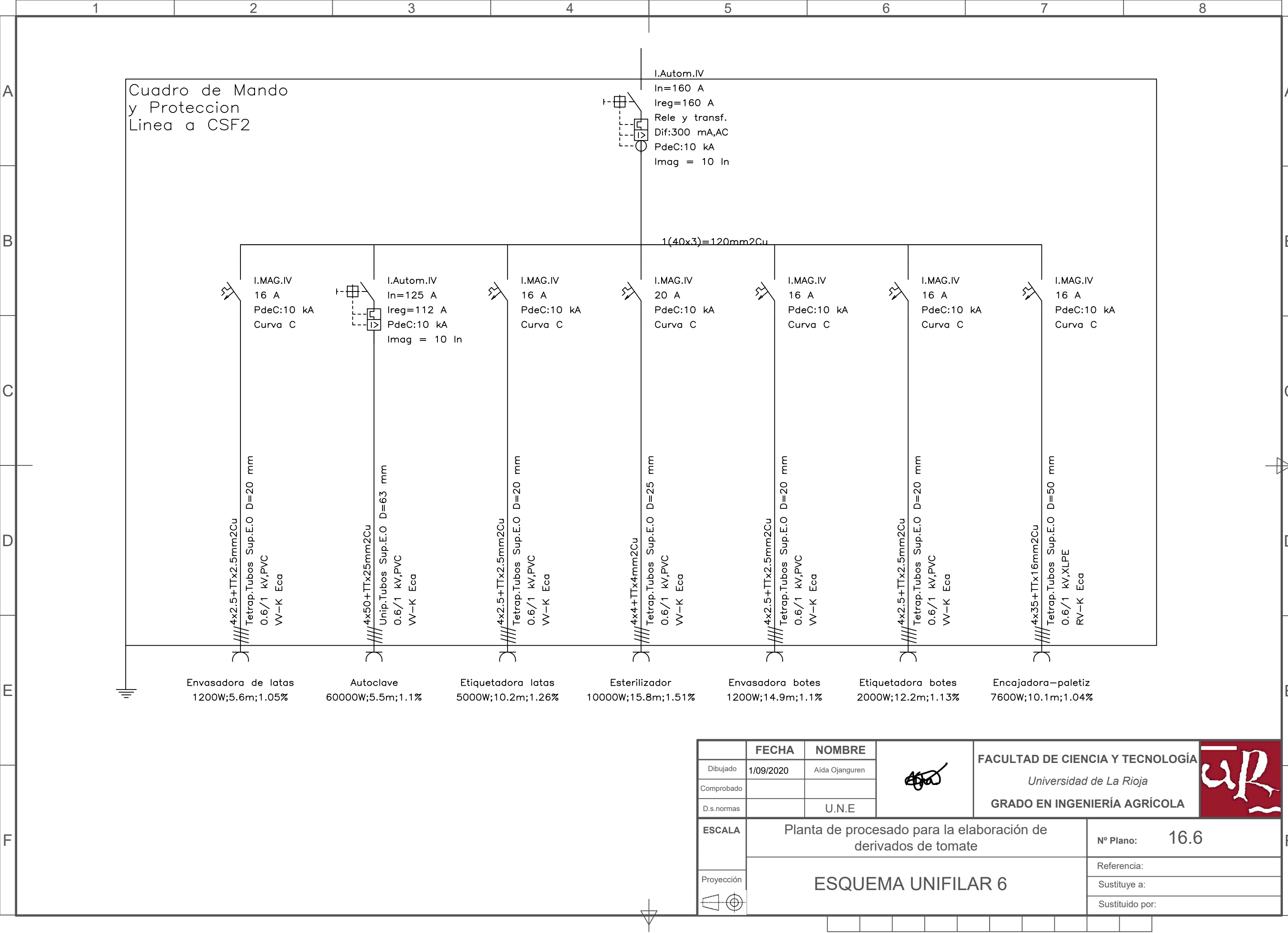




	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA <i>Universidad de La Rioja</i> GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aída Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate				Nº Plano: 16.4
	ESQUEMA UNIFILAR 4				Referencia:
Sustituye a:					
Sustituido por:					
Proyección					



	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA <i>Universidad de La Rioja</i> GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aida Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate			Nº Plano:	16.5
 Proyección	ESQUEMA UNIFILAR 5			Referencia:	
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	





ALZADO OESTE

D

ALZADO ESTE

E

ESCALA 1:200

Proyección

FECHA1/09/2020NOMBREAída Ojanguren

Comprobado

D.s.normasU.N.E

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍAUniversidad de La RiojaGRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate

Nº Plano: 17

Referencia:

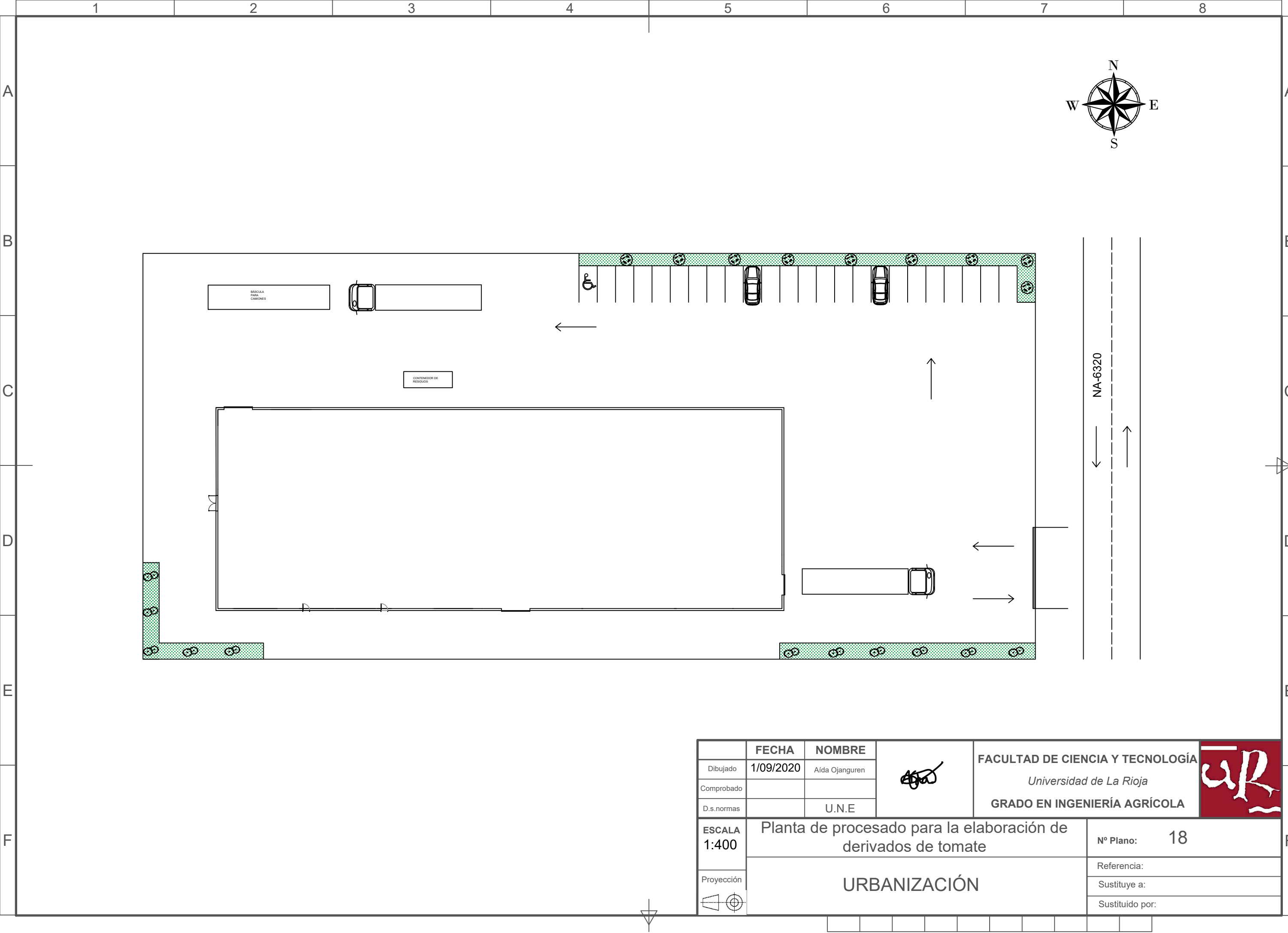
Sustituye a:

Sustituido por:

ALZADOS

F





	FECHA	NOMBRE		FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA Universidad de La Rioja GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA	
Dibujado	1/09/2020	Aida Ojanguren			
Comprobado					
D.s.normas		U.N.E			
ESCALA 1:400	Planta de procesado para la elaboración de derivados de tomate				Nº Plano: 18
Proyección 	URBANIZACIÓN				Referencia:
					Sustituye a:
					Sustituido por:



**DOCUMENTO N°3  
PLIEGO DE CONDICIONES  
DE LA OBRA CIVIL**

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE**

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES.....	4
Artículo 1. Obras objeto del presente proyecto. ....	4
Artículo 2. Obras accesorias no especificadas en el pliego.....	4
Artículo 3. Documentos que definen las obras.....	4
Artículo 4. Compatibilidad y relación entre los documentos.....	5
Artículo 5. Director de la obra.....	5
CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA .....	5
Epígrafe 1. Unidades de obra .....	5
Artículo 7. Replanteo.....	5
Artículo 8. Movimiento de tierras.....	6
Artículo 9. Red horizontal de saneamiento.....	6
Artículo 10. Cimentaciones. ....	6
Artículo 11. Forjados. ....	7
Artículo 12. Hormigones. ....	7
Artículo 13. Acero laminado.....	7
Artículo 14. Cubiertas y coberturas.....	8
Artículo 15. Albañilería.....	8
Artículo 16. Carpintería y cerrajería. ....	9
Artículo 17. Aislamientos. ....	9
Artículo 18. Red vertical de saneamiento. ....	10
Artículo 19. Instalación eléctrica.....	10
Artículo 20. Instalación de fontanería.....	10
Artículo 21. Instalaciones de climatización. ....	11
Artículo 22. Instalaciones de protección.....	11
Artículo 23. Obras o instalaciones no especificadas. ....	11
CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA .....	11
Epígrafe I. Obligaciones y derechos del contratista. ....	11
Artículo 24. Remisión de solicitud de ofertas. ....	11
Artículo 25. Presencia del constructor o instalador en la obra.....	12
Artículo 26. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.....	12
Artículo 27. Despido por insubordinación, incapacidad o mala fe. ....	12
Artículo 28. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto. .....	12
Epígrafe II. Trabajos, materiales y medios auxiliares. ....	13
Artículo 29. Libro de órdenes.....	13

Artículo 30. Comienzo de la obra. ritmo de ejecución de los trabajos. ....	13
Artículo 31. Condiciones generales de ejecución de los trabajos. ....	13
Artículo 32. Trabajos defectuosos.....	13
Artículo 33. Obras y vicios ocultos. ....	14
Artículo 34. Materiales no utilizables.....	14
Artículo 35. Medios auxiliares. ....	14
Epígrafe III. Recepción y liquidación. ....	15
Artículo 36. Recepciones provisionales.....	15
Artículo 37. Plazo de garantía. ....	15
Artículo 38. Conservación de las obras recibidas provisionalmente. ....	15
Artículo 39. Recepción definitiva. ....	15
Artículo 40. Liquidación final.....	16
Artículo 41. Liquidación en caso de rescisión. ....	16
Epígrafe IV. Facultades de la dirección de obras.....	16
Artículo 42. Facultades de la dirección de obras. ....	16
CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA .....	16
Epígrafe I. Base fundamental .....	16
Artículo 43. Base fundamental.....	16
Epígrafe II. Garantías de cumplimiento y fianzas.....	16
Artículo 44. Garantías.....	16
Artículo 45. Fianzas. ....	17
Artículo 46. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza. ....	17
Artículo 47. Devolución de la fianza.....	17
Epígrafe III. Precios y revisiones. ....	17
Artículo 48. Precios contradictorios. ....	17
Artículo 49. Reclamaciones de aumento de precios.....	18
Artículo 50. Revisión de precios. ....	18
Artículo 51. Elementos comprendidos en el presupuesto.....	18
Epígrafe IV. Valoración y abono de los trabajos. ....	18
Artículo 52. Valoración de la obra.....	18
Artículo 53. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada. ....	19
Artículo 54. Pagos.....	19
Artículo 55. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras. ....	19
Artículo 56. Demora de los pagos. ....	19
Artículo 57. Mejoras y aumentos de obra. casos contrarios. ....	19

Artículo 58. Seguro de las obras.....	20
CAPÍTULO V. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	20
Artículo 59. Jurisdicción. ....	20
Artículo 60. Accidentes de trabajo y daños a terceros. ....	21
Artículo 61. Pagos de arbitrios. ....	21
Artículo 62. Causas de rescisión de contrato. ....	22

## CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES

### Artículo 1. Obras objeto del presente proyecto.

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo en los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Técnico director de Obra.

### Artículo 2. Obras accesorias no especificadas en el pliego.

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Técnico Director de la Obra y en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Técnico Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

### Artículo 3. Documentos que definen las obras.

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

**Artículo 4. Compatibilidad y relación entre los documentos.**

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

**Artículo 5. Director de la obra.**

La propiedad nombrará en su representación a un ingeniero Técnico, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Técnico Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director quién una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

**Artículo 6.- Disposiciones a tener en cuenta.**

-Ley de Contratos del Estado aprobado por Decreto 923/1965 de 8 de Abril, modificada por el real Decreto Legislativo 923/1986 de 2 de Mayo.

-Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha ley, aprobada por Decreto 3410/1975 de 28 de Noviembre.

-Pliegos de Prescripciones técnicas Generales vigentes del M.O.P.T.

-Código Técnico de la Edificación (CTE)

-Resolución General de Instrucciones para la construcción del 31 de Octubre de 1966.

Instrucción CTE para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.

-Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y normas MIBT complementarias.

-Reglamento sobre recipientes y aparatos a presión.

-Métodos y Normas de Ensayo del laboratorio Central del M.O.P.T.

**CAPÍTULO II: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA****Epígrafe 1. Unidades de obra****Artículo 7. Replanteo.**

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

**Artículo 8. Movimiento de tierras.**

Este artículo se refiere a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas y pozos.

Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo, así como las condiciones relativas a los materiales, control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

-NTE-AD "Acondicionamiento del Terreno, Desmontes"

-NTE-ADE "Explanaciones"

-NTE-ADE "Vaciados"

-NTE-ADZ "Zanjas y pozos"

**Artículo 9. Red horizontal de saneamiento.**

El presente artículo contempla las condiciones relativas a los diferentes aspectos relacionados con los sistemas de captación y conducción de aguas del subsuelo para protección de la obra contra la humedad.

Se adoptan las condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial, control de la ejecución, criterios relativos a la prueba de servicio, criterios de valoración y normas para el mantenimiento del terreno, establecidas en la NTE "Saneamiento, Drenajes y Arenamientos", así como lo establecido en la Orden de 15 de Septiembre de 1986, del MOPU.

**Artículo 10. Cimentaciones.**

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Técnico Director señale, con independencia de lo señalado en el Proyecto, que tienen carácter meramente informativo. No se rellenarán los cimientos hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Técnico Director queda facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno.

Se adoptan las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad especificados en las normas:

-NTE-CSZ "Cimentaciones superficiales. Zapatas."

-NTE-CSC "Cimentaciones superficiales corridas."

-NTE-CSL "Cimentaciones superficiales. Losas."



**Artículo 11. Forjados.**

Regula el presente artículo los aspectos relacionados con la ejecución de forjados pretensados autoresistentes armados de acero o cualquier otro tipo con bovedillas cerámicas de hormigón y fabricado en obra o prefabricado bajo cualquier patente.

Las condiciones de ejecución, de seguridad en el trabajo, de control de ejecución, de valoración y de mantenimiento, son las establecidas en las normas NTEEHU y NTEEHR así como en el R.D. 1630/1980 de 18 de Julio y en la NTE-EAF.

**Artículo 12. Hormigones.**

El presente artículo se refiere a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado o pretensado fabricados en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la Instrucción EHE para las obras de hormigón en masa o armado y la instrucción EP- para las obras de hormigón pretensado. Asimismo, se adopta lo establecido en las normas NTE-EHE “Estructuras de hormigón”, y NTE-EME “Estructuras de madera. Encofrados”.

Las características mecánicas de los materiales y dosificados y niveles de control son las que se fijan en los planos del presente proyecto (Cuadro de características EHE y especificaciones de los materiales).

**Artículo 13. Acero laminado.**

En el presente artículo se establecen las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en sus elementos estructurales, como en sus elementos de unión.

Asimismo, se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adopta lo establecido en las normas:

-NBE-MV-102: “Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación”. Se fijan los tipos de uniones, la ejecución en taller, el montaje en obra, las tolerancias y las protecciones.

-NBE-MV-103: “Acero laminado para estructuras de edificaciones”, donde se fijan las características del acero laminado, la determinación de sus características y los productos laminados actualmente utilizados.

-NBE-MV-105: “Roblones de acero”.

-NBE-MV-106: “Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero”.

-NTE-EA: “Estructuras de acero”.

**Artículo 14. Cubiertas y coberturas.**

El presente artículo se refiere a la cobertura de edificios con placas, tejas o plaquetas de fibrocemento, chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento de acero galvanizado, chapas de aleaciones ligeras, piezas de pizarra, placas de poliéster reforzado, cloruro de polivinilo rígido o polimetacrilato de metilo, tejas cerámicas o de cemento o chapas listas de zinc, en el que el propio elemento proporciona la estanqueidad.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial y control de la ejecución, condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son los especificados en las siguientes normas:

- NTE-QTF: "Cubiertas. Tejados de fibrocemento".
- NTE-QTG: "Cubiertas. Tejados galvanizados".
- NTE-QTL: "Cubiertas. Tejados de aleaciones ligeras".
- NTE-QTP: "Cubiertas. Tejados de pizarra".
- NTE-QTS: "Cubiertas. Tejados sintéticos".
- NTE-QTT: "Cubiertas. Tejados de tejas".
- NTE-QTZ: "Cubiertas. Tejados de zinc."
- NTE-QAA: "Azoteas ajardinadas".
- NTE-QAN: "Cubiertas. Azoteas no transitables".
- NTE-QAT: "Azoteas transitables".
- NTE-QLC: "Cubiertas. Lucernarios. Claraboyas".
- NTE-QLH: "Cubiertas. Lucernarios de hormigón translúcido".
- NBE-MV-301/1970 sobre impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos. (Modificada por R.D. 2085/86 de 12 de Septiembre).

**Artículo 15. Albañilería.**

El presente artículo se refiere a la fábrica de hormigón, ladrillo o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, suelos, escaleras y techos.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las normas:

- NTE-FFB: "Fachadas de bloques".
- NTE-FFL: "Fachadas de ladrillo".
- NTE-EFB: "Estructuras de fábrica de bloque".
- NTE-EFL: "Estructuras de fábrica de ladrillo".
- NTE-EFP: "Estructuras de fábrica de piedra".

- NTE-RPA: “Revestimiento de paramentos. Alicatados”.
- NTE-RPE: “Revestimientos de paramento. Enfoscado”.
- NTE-RPG: “Revestimiento de paramentos. Guarnechos y enlucidos”.
- NTE-RPP: “Revestimiento de paramentos. Pintura”.
- NTE-RPR: “Revestimiento de paramentos. Revocos”.
- NTE-RSC: “Revestimiento de suelos continuos”.
- NTE-RSF: “Revestimiento de suelos flexibles”.
- NTE-RSC: “Revestimiento de suelos y escaleras continuos”.
- NTE-RSS: “Revestimiento de suelos y escaleras. Soleras”.
- NTE-RSB: “Revestimiento de suelos y escaleras. Terrazos”.
- NTE-RSP: “Revestimiento de suelos y escaleras. Placas”.
- NTE-RTC: “Revestimiento de techos. Continuos”.
- NTE-PTL: “Tabiques de ladrillo”.
- NTE-PTP: “Tabiques prefabricados”.

#### **Artículo 16. Carpintería y cerrajería.**

El presente artículo se refiere a las condiciones de funcionalidad y calidad que han de reunir los materiales y equipos industriales relacionados con la ejecución y montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en particiones y accesos interiores.

Asimismo, regula el presente artículo las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento.

Se adoptará lo establecido en las normas:

- NTE-PPA: “Puertas de acero”.
- NTE-PPM: “Puertas de madera”.
- NTE-PPV: “Puertas de vidrio”.
- NTE-PMA: “Mamparas de madera”.
- NTE-PML: “Mamparas de aleaciones ligeras”.

#### **Artículo 17. Aislamientos.**

Los materiales a emplear y ejecución de la instalación estará de acuerdo con lo prescrito en la norma NBE-CT/79 sobre condiciones térmicas de los edificios que en su anexo 5 establece las condiciones de los materiales empleados para aislamiento térmico, así como control, recepción y ensayos de dichos materiales, y en el anexo nº6 establece diferentes recomendaciones para la ejecución de este tipo de instalaciones.

La medición y valoración de la instalación de aislamiento se llevará a cabo en la forma prevista en el presente proyecto.

#### **Artículo 18. Red vertical de saneamiento.**

El presente artículo se refiere a la red de evacuación de aguas pluviales y residuos desde los puntos donde se recogen, hasta la acometida de la red de alcantarillado, fosa séptica, pozo de filtración o equipo de depuración, así como a estos medios de evacuación.

Las condiciones de ejecución, condiciones funcionales de los materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento son las establecidas en las normas:

-NTE-ISS: "Instalación de salubridad y saneamiento".

-NTE-ISD: "Depuración y vertido".

-NTE-ISA: "Alcantarillado".

#### **Artículo 19. Instalación eléctrica.**

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Se adoptan las siguientes condiciones previstas en las normas:

-NTE-IEB: "Instalación eléctrica de Baja Tensión".

-NTE-IEE: "Alumbrado exterior".

-NTE-IEI: "Alumbrado interior".

-NTE-IEP: "Puesta a tierra".

-NTE-IER: "Instalación de electricidad. Red exterior".

#### **Artículo 20. Instalación de fontanería.**

Regula el presente artículo las condiciones relativas a la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua.

Se adopta lo establecido en las normas:

-NTE-IFA: "Instalaciones de fontanería".

-NTE-IFC: "Instalaciones de fontanería. Agua caliente".

-NTE-IFF: “Instalaciones de fontanería. Agua fría”.

#### **Artículo 21. Instalaciones de climatización.**

El presente artículo se refiere a las instalaciones de refrigeración. Se adoptan las condiciones relativas a funcionalidad y calidad de materiales, ejecución, control, seguridad en el trabajo, pruebas de servicio, medición, valoración y mantenimiento, establecidas en las normas:

-Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas e Instrucciones MIIF complementarias.

-Reglamentos vigentes sobre recipientes a presión y aparatos a presión.

#### **Artículo 22. Instalaciones de protección.**

El presente artículo se refiere a las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra el fuego.

Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CPI-81 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma NTE-IPF “Protección contra el fuego”.

#### **Artículo 23. Obras o instalaciones no especificadas.**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

### **CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA**

#### **Epígrafe I. Obligaciones y derechos del contratista.**

#### **Artículo 24. Remisión de solicitud de ofertas.**

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a

disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de ofertas será de un mes.

#### **Artículo 25. Presencia del constructor o instalador en la obra.**

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

#### **Artículo 26. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

#### **Artículo 27. Despido por insubordinación, incapacidad o mala fe.**

Por falta de cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Técnico Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Técnico Director lo reclame.

#### **Artículo 28. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al

pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

## **Epígrafe II. Trabajos, materiales y medios auxiliares.**

### **Artículo 29. Libro de órdenes.**

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Técnico Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

### **Artículo 30. Comienzo de la obra. ritmo de ejecución de los trabajos.**

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

### **Artículo 31. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

### **Artículo 32. Trabajos defectuosos.**

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su

mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

### **Artículo 33. Obras y vicios ocultos.**

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

### **Artículo 34. Materiales no utilizables.**

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

### **Artículo 35. Medios auxiliares.**

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales señales de tráfico adecuadas,



señales luminosas nocturnas, etc. Y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

### **Epígrafe III. Recepción y liquidación.**

#### **Artículo 36. Recepciones provisionales.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

#### **Artículo 37. Plazo de garantía.**

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

#### **Artículo 38. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

#### **Artículo 39. Recepción definitiva.**

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

**Artículo 40. Liquidación final.**

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobados por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Técnico Director.

**Artículo 41. Liquidación en caso de rescisión.**

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

**Epígrafe IV. Facultades de la dirección de obras.****Artículo 42. Facultades de la dirección de obras.**

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el “Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación”, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recurrir al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para debida marcha de la obra.

**CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA****Epígrafe I. Base fundamental****Artículo 43. Base fundamental.**

Como base fundamental de estas “Condiciones Generales de Índole Económica”, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

**Epígrafe II. Garantías de cumplimiento y fianzas.****Artículo 44. Garantías.**

El Ingeniero Técnico Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cercionarse de si éste reúne todas las condiciones

requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

#### **Artículo 45. Fianzas.**

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

#### **Artículo 46. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.**

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Técnico Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

#### **Artículo 47. Devolución de la fianza.**

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla empezada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

### **Epígrafe III. Precios y revisiones.**

#### **Artículo 48. Precios contradictorios.**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

**Artículo 49. Reclamaciones de aumento de precios.**

i el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

**Artículo 50. Revisión de precios.**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

**Artículo 51. Elementos comprendidos en el presupuesto.**

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda la suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonarán al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

**Epígrafe IV. Valoración y abono de los trabajos.****Artículo 52. Valoración de la obra.**

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

**Artículo 53. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.**

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

**Artículo 54. Pagos.**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

**Artículo 55. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

**Artículo 56. Demora de los pagos.**

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

**Artículo 57. Mejoras y aumentos de obra. casos contrarios.**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra

en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### **Artículo 58. Seguro de las obras.**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

### **CAPÍTULO V. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL**

#### **Artículo 59. Jurisdicción.**

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio amigable componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Técnico Director de la Obra, y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia al fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento contractual del proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la guarda del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad. Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del ingeniero Técnico Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación está emplazada.

#### **Artículo 60. Accidentes de trabajo y daños a terceros.**

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún conducto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudiera acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

#### **Artículo 61. Pagos de arbitrios.**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobrevallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Técnico Director considere justo hacerlo.

**Artículo 62. Causas de rescisión de contrato.**

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del Contratista
2. La quiebra del Contratista

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

3. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:
  - a. La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del ingeniero Técnico Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos, del 40%, como mínimo, de algunas unidades del proyecto modificadas.
  - b. La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos, del 40% como mínimo de las Unidades del proyecto modificadas.
4. La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.
5. La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
6. El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.
7. El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
8. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.
9. El abandono de la obra sin causa justificada.
10. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

**Logroño, Septiembre de 2020**

**La alumna del grado en Ingeniería Agrícola**

**Fdo: Aída Ojanguren Chasco**







# DOCUMENTO N°4 PRESUPUESTO

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

**ÍNDICE PRESUPUESTO**

1. Cuadro de descompuestos por capítulos
2. Cuadro de precios 1 y 2 por capítulos
3. Mediciones y presupuesto
4. Resumen del presupuesto



# CUADRO DE DESCOMPUESTOS POR CAPÍTULOS

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
<b>U02CAB010</b>	<b>DESBROCE Y LIMPIEZA SUPERFICIAL DE TERRENO DESARROLADO POR MEDIOS MECÁNICOS HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 10 CM., CON CARGA SOBRE CAM</b>	<b>m2</b>			
	Desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 10 cm., con carga sobre camión de los productos resultantes.				
O01A020	Capataz	0,006 h.	13,62	0,08	
M05PC020	Pala carg.cadenas 130 CV/1,8m3	0,006 h.	50,15	0,30	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>0,38</b>
<b>U02CZE010</b>	<b>EXCAVACIÓN EN ZANJA Y/O POZOS EN TIERRA, INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACIÓN A VERTEDERO O LUGAR DE EMP</b>	<b>m3</b>			
	Excavación en zanja y/o pozos en tierra, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo..				
O01A020	Capataz	0,025 h.	13,62	0,34	
M05EN030	Excav.hidr.neumáticos 100 CV	0,025 h.	47,57	1,19	
M07CB020	Camión basculante 4x4 14 t.	0,025 h.	36,65	0,92	
M07N070	Canon de tierras a vertedero	0,100 m3	0,31	0,03	
M05PN010	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	0,018 h.	40,33	0,73	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>3,21</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>02</b>	<b>CIMENTACIONES</b>				
<b>E04CM090</b>	<b>HORMIGÓN EN MASA HM-5/B/32, DE 5 N/MM2., CONSISTENCIA BLANDA, TMÁX. 32 MM. ELABORADO EN OBRA PARA LIMPIEZA Y NIVELADO DE FONDOS</b>	<b>m3</b>			
	Hormigón en masa HM-5/B/32, de 5 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 32 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según EHE-08 y DB-SE-C.				
O01BG025	Oficial 1ª Gruista	0,200 h.	13,74	2,75	
O01BE020	Ayudante- Encofrador	0,200 h.	14,73	2,95	
A01RH040	HORMIGÓN HM-5/B/32	1,100 m3	51,90	57,09	
M10HV220	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	0,400 h.	2,43	0,97	
M02GT130	Grúa torre automontante 35 txm.	0,400 h.	25,05	10,02	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>73,78</b>
<b>E04AB010</b>	<b>ACERO CORRUGADO B 400 S/SD, CORTADO, DOBLADO, ARMADO Y COLOCADO EN OBRA, INCLUSO P.P. DE DESPUNTES. SEGÚN EHE-08 Y CTE-SE-A</b>	<b>kg</b>			
	Acero corrugado B 400 S/SD, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A				
O01BF030	Oficial 1ª Ferrallista	0,012 h.	15,75	0,19	
O01BF040	Ayudante- Ferrallista	0,012 h.	15,06	0,18	
P03AC090	Acero corrugado B 400 S/SD	1,080 kg	1,37	1,48	
P03AA020	Alambre atar 1,30 mm.	0,005 kg	1,44	0,01	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>1,86</b>
<b>E04CA010</b>	<b>HORMIGÓN ARMADO HA-25/B/32/IIA, DE 25 N/MM2., CONSISTENCIA BLANDA, TMÁX. 32 MM., PARA AMBIENTE HUMEDAD ALTA, ELABORADO EN CENTRA</b>	<b>m3</b>			
	Hormigón armado HA-25/B/32/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 32 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.				
E04CM070	HORM. HA-25/B/32/IIa CIM. V.MANUAL	1,000 m3	73,40	73,40	
E04AB020	ACERO CORRUGADO B 500 S/SD	40,000 kg	2,35	94,00	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>167,40</b>
<b>E04SA010</b>	<b>SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO DE 10 CM. DE ESPESOR, REALIZADA CON HORMIGÓN HA-25/B/16/IIA, DE CENTRAL, I/VERTIDO, CURADO, COLOCACIÓN</b>	<b>m2</b>			
	Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según la normativa en vigor EHE-08 y DB-SE-C.				
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>12,89</b>

Sin descomposición

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>03</b>	<b>ESTRUCTURA</b>				
E05AAL010	ACERO LAMINADO S275 JR, EN PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE PARA VIGAS, PILARES, ZUNCHOS Y CORREAS, MEDIANTE UNIONES SOLDADAS; I/P Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado. Según DB-SE-A.	kg			
O01BC041	Oficial 1º Cerrajero	0,010 h.	15,75	0,16	
O01BC042	Ayudante-Cerrajero	0,020 h.	15,06	0,30	
P03AL160	Acero laminado S 275 JR	1,050 kg	1,14	1,20	
P24OU050	Minio electrolítico	0,010 kg	11,34	0,11	
%5	Material Auxiliar	0,018 %	5,00	0,09	
TOTAL PARTIDA .....					1,86
E05AN190	PLAC.ANCLAJE S275 80X50X10 Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 40x40x2 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según CTE-DB-SE-A.	ud			
O01BC041	Oficial 1º Cerrajero	0,420 h.	15,75	6,62	
O01BC042	Ayudante-Cerrajero	0,420 h.	15,06	6,33	
M11O010	Equipo oxicorte	0,050 h.	6,90	0,35	
P03AC090	Acero corrugado B 400 S/SD	1,600 kg	1,37	2,19	
%5	Material Auxiliar	0,155 %	5,00	0,78	
P13TP050	Palastro 15 mm.	14,000 kg	0,70	9,80	
TOTAL PARTIDA .....					26,07

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>04</b>	<b>SANEAMIENTO</b>				
<b>E12SNP010</b>	<b>CANALÓN DE PVC DE 12,5 cm.</b> m.				
	Canalón de PVC, de 12,5 cm. de diámetro, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.				
O01BO170	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	0,250 h.	15,98	4,00	
P17NP010	Canalón PVC redondo D=125mm.gris	1,100 m.	4,20	4,62	
P17NP040	Gafa canalón PVC red.equip.125mm	1,000 ud	1,48	1,48	
P17NP070	Conex.bajante PVC redon.D=125mm.	0,150 ud	5,98	0,90	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>11,00</b>
<b>E12SJP040</b>	<b>BAJANTE DE PVC SERIE F. 125 mm.</b> m.				
	Bajante de PVC serie F, de 125 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.				
O01BO170	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	0,150 h.	15,98	2,40	
P17VF080	Tubo PVC evac.pluv.j.lab.125 mm.	1,000 m.	8,48	8,48	
P17VP070	Codo PVC evacuación 125mm.j.lab.	0,300 ud	4,97	1,49	
P17JP080	Abrazadera bajante PVC D=125mm.	1,000 ud	2,26	2,26	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>14,63</b>
<b>U14OEP020</b>	<b>COLECTOR DE SANEAMIENTO ENTERRADO DE PVC DE PARED COMPACTA DE COLOR TEJA Y RIGIDEZ 2 KN/M2; CON UN DIÁMETRO 200 MM. Y DE UNIÓN P</b> m.				
	Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared compacta de color teja y rigidez 2 kN/m2; con un diámetro 200 mm. y de unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.				
O01A030	Oficial primera	0,150 h.	13,42	2,01	
O01A060	Peón especializado	0,150 h.	12,91	1,94	
P01AA030	Arena de río 0/5 mm.	0,249 m3	13,63	3,39	
P02TW070	Lubricante tubos PVC j.elástica	0,005 kg	6,90	0,03	
P02TP955	Tub.PVC liso j.elástica SN2 D=200mm	1,000 m.	10,54	10,54	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>17,91</b>
<b>U14ENP030</b>	<b>CANALETA DE DRENAJE SUPERFICIAL PARA ZONAS DE CARGA LIGERA Y PESADA, FORMADO POR PIEZAS PREFABRICADAS DE PVC DE 1000X200 CM. DE</b> u				
	Canaleta de drenaje superficial para zonas de carga ligera y pesada, formado por piezas prefabricadas de PVC de 500x200 cm. de medidas exteriores, sin pendiente incorporada y con rejilla de PVC blanco, colocadas sobre cama de arena de río compactada, incluso con p.p. de piezas especiales y pequeño material, montado, nivelado y con p.p. de medios auxiliares. Incluso recibido a saneamiento.				
O01A030	Oficial primera	0,400 h.	13,42	5,37	
O01A050	Ayudante	0,400 h.	13,06	5,22	
P01AA030	Arena de río 0/5 mm.	0,050 m3	13,63	0,68	
P02WC260	Canal.c/rej.pea/trans PVC gris L=500x200	2,000 ud	29,97	59,94	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>71,21</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U14ALR050	ARQUETA DE REGISTRO DE 60X70X70 CM. DE MEDIDAS INTERIORES, CONSTRUIDA CON FÁBRICA DE LADRILLO PERFORADO TOSCO DE 1/2 PIE DE ESPE	ud			
	Arqueta de registro de 63x51x70 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento M-15, y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.				
O01A030	Oficial primera	2,400 h.	13,42	32,21	
O01A060	Peón especializado	1,200 h.	12,91	15,49	
P01HC001	Hormigón HM-20/P/40/I central	0,069 m3	59,73	4,12	
P01LT020	Ladrillo perfora. tosco 25x12x7	0,090 ud	0,11	0,01	
P01MC120	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 M-5/CEM	0,040 m3	64,98	2,60	
P01MC110	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 M-7,5/CEM	0,030 m3	67,94	2,04	
P03AM070	ME 15x30 A Ø 5-5 B500T 6x2.2 (1,564 kg/m2)	0,700 m2	1,64	1,15	
P02AC040	Tapa arqueta HA 70x70x6 cm.	1,000 ud	24,53	24,53	
TOTAL PARTIDA .....					82,15
U14C014	ACOMETIDA RED GRAL.SANEAM. PVC D=250	ud			
	Acometida domiciliaria de saneamiento a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: corte de pavimento por medio de sierra de disco, rotura del pavimento con martillo picador, excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, rotura, conexión y reparación del colector existente, colocación de tubería de PVC corrugado de 25 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.				
O01A040	Oficial segunda	2,000 h.	13,23	26,46	
O01A060	Peón especializado	2,000 h.	12,91	25,82	
M06CP010	Compresor port. diesel 8 m3/min.	1,000 h.	5,40	5,40	
M06MI010	Martí.manual picador eléct.5kg	1,000 h.	3,37	3,37	
M11R020	Corte c/sierra disco hormig.viejo	16,000 m.	8,79	140,64	
P02TP870	Tub.PVC corrug.doble j.elást SN8 D=250mm	8,000 m.	20,48	163,84	
P01HC001	Hormigón HM-20/P/40/I central	0,720 m3	59,73	43,01	
P01MC120	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 M-5/CEM	0,004 m3	64,98	0,26	
TOTAL PARTIDA .....					408,80
P02AH040	ARQUETA PREF.HGÓN. 50X50X50 CM.	ud			
	Sin descomposición				
TOTAL PARTIDA .....					41,11
P17PR060	TUBO POLIETILENO RETICULADO 40MM	m.			
	Sin descomposición				
TOTAL PARTIDA .....					7,15
P17PR070	TUBO POLIETILENO RETICULADO 50MM	m.			
	Sin descomposición				
TOTAL PARTIDA .....					10,72
P17PR110	TUBO POLIETILENO RETICUL.110MM	m.			
	Sin descomposición				
TOTAL PARTIDA .....					79,26
P17VC060	TUBO PVC EVAC.RESID.J.PEG.110MM.	m.			
	Sin descomposición				
TOTAL PARTIDA .....					9,57



# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>05</b>	<b>CUBIERTA</b>				
E07IMP010	CUBIERTA FORMADA POR PANEL DE CHAPA DE ACERO EN PERFIL COMERCIAL, PRELACADA CARA EXTERIOR Y GALVANIZADA CARA INTERIOR DE 0,6 MM. Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud. Según DB-HS.	m2			
O01A030	Oficial primera	0,230 h.	13,42	3,09	
O01A050	Ayudante	0,230 h.	13,06	3,00	
P05CS010	Panel chapa prelac.galvan.30 mm	1,060 m2	25,24	26,75	
P05CW010	Tornillería y pequeño material	1,000 ud	0,12	0,12	
P05EW140	Rastrel metálico galvanizado	3,000 m.	1,71	5,13	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>38,09</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>06</b>	<b>SOLERA, CERRAMIENTOS Y TABIQUES</b>				
<b>E08FAK020</b>	<b>FALSO TECHO CONTINUO DE CARTÓN YESO DE 12,5 MM DE ESPESOR CON MAESTRA DE 60X27, I/P.P. DE PIEZAS DE CUELQUE Y NIVELACIÓN, REPLAN</b>	<b>m2</b>			
	Falso techo continuo de cartón yeso de 12,5 mm de espesor con maestra de 60x27, i/p.p. de piezas de cuelgue y nivelación, replanteo auxiliar, accesorios de fijación, nivelación y repaso de juntas con cinta y pasta, montaje y desmontaje de andamios, totalmente terminado y listo para pintar, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.				
O01A030	Oficial primera	0,263 h.	13,42	3,53	
O01A050	Ayudante	0,263 h.	13,06	3,43	
P04PY020	Placa yeso 12,5 mm	1,050 m2	7,11	7,47	
P04PW045	Pasta para juntas.	0,400 kg	1,25	0,50	
P04PW015	Cinta juntas.	1,200 m.	0,06	0,07	
P04PW320	Perfil U 30x30.	0,400 m.	2,25	0,90	
P04PW350	Banda estanqueidad 50 mm.	0,400 m.	0,54	0,22	
P04PW330	Maestra 60x27.	3,000 m.	3,32	9,96	
P04PW110	Tornillo T-25	20,000 ud	0,01	0,20	
P04TW210	Cuelgue regulable	1,200 ud	1,04	1,25	
P04TW220	Conector empalme.	0,600 ud	0,77	0,46	
P04TW230	Caballote.	1,900 ud	0,72	1,37	
P04TW150	Varilla cuelgue l=1000 mm.	1,200 m.	0,49	0,59	
P04PW035	Pasta de agarre.	0,200 kg	0,62	0,12	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>30,07</b>
<b>E10EGB060</b>	<b>SOLADO DE BALDOSA DE GRES DE 41X41 CM. RECIBIDO CON MORTERO DE CEMENTO CEM II/B-M 32,5 R Y ARENA DE RÍO 1/6 (MORTERO TIPO M-5),</b>	<b>m2</b>			
	Solado de baldosa de gres de 41x41 cm. recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 8x41 cm., rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido en superficie realmente ejecutada. Según RC-08. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.				
O01A030	Oficial primera	0,280 h.	13,42	3,76	
O01A050	Ayudante	0,280 h.	13,06	3,66	
O01A070	Peón ordinario	0,170 h.	12,77	2,17	
P08GB070	Baldosa gres 41x41 cm.	1,060 m2	12,06	12,78	
P08GR020	Rodapié gres 8x41 cm.	1,060 m.	3,74	3,96	
A01MA050	MORTERO CEMENTO M-5	0,030 m3	69,34	2,08	
P01AA030	Arena de río 0/5 mm.	0,021 m3	13,63	0,29	
A01AL090	LECHADA CEM. BLANCO BL-V 22,5	0,001 m3	154,96	0,15	
P01CC160	Cemento blanco BL-V 22,5 sacos*	0,001 t.	257,19	0,26	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>29,11</b>
<b>FLM015</b>	<b>CERRAMIENTO DE FACHADA CON PANELES SÁNDWICH AISLANTES DE ACERO, MODELO M "ACH", DE 50 MM DE ESPESOR Y 1150 MM DE ANCHO, FORMADOS</b>	<b>m²</b>			
	Suministro y montaje vertical de cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes de acero, modelo M "ACH", de 50 mm de espesor y 1150 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, Granite Standard, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 55 kg/m³, con juntas diseñadas para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios. Incluso replanteo, p/p de mermas, remates, cubre-juntas y accesorios de fijación y estanqueidad. Totalmente montado. Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación del remate inferior de la fachada. Colocación de juntas. Colocación y fijación del primer panel. Colocación y fijación del resto de paneles, según el orden indicado. Remates. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m². Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².				

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
mt12ppa010ahf	Panel sándwich aislante de acero, modelo M "ACH", para fachadas, de 50 mm de espesor y 1150 mm de ancho, formado por doble cara	1,050 m²	37,26	39,12	
mt13ccg030e	Tornillo autorroscante de 6,5x130 mm de acero inoxidable, con arandela.	8,000 Ud	0,80	6,40	
mt13ccg040	Junta de estanqueidad para chapas perfiladas de acero.	2,000 m	0,90	1,80	
mo051	Oficial 1º montador de cerramientos industriales.	0,202 h	18,13	3,66	
mo098	Ayudante montador de cerramientos industriales.	0,202 h	16,43	3,32	
%0200	Costes directos complementarios	0,543 %	2,00	1,09	
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>55,39</b>
<b>P01LH010</b>	<b>LADRILLO H. SENCILLO 24X12X4</b>	<b>ud</b>			
		Sin descomposición			
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>0,18</b>
<b>P07TS005</b>	<b>PANEL POLIESTIRENO EXPANDIDO CHAPA PRELACADO +GAL.30mm</b>	<b>m2</b>			
		Sin descomposición			
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>22,12</b>
<b>FIF010</b>	<b>PARTICIÓN INTERIOR, PARA CÁMARA FRIGORÍFICA DE PRODUCTOS REFRIGERADOS, CON TEMPERATURA AMBIENTE SUPERIOR A 0°C, FORMADA POR PANE</b>	<b>m²</b>			
	Suministro y montaje de partición interior, para cámara frigorífica de productos refrigerados, con temperatura ambiente superior a 0°C, con paneles sándwich aislantes machihembrados de acero prelacado Basic Frigo TP-SM "ACH", de 100 mm de espesor y 1130 mm de anchura, Euroclase B-s2, d0 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, formados por doble cara metálica de chapa de acero prelacado, acabado con pintura de poliéster para uso alimentario, color blanco, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, fijados a perfil soporte de acero galvanizado con tornillos autorroscantes, previamente fijado al forjado con tornillos de cabeza hexagonal con arandela (4 ud/m²). Incluso replanteo, mermas, remates perimetrales con perfiles sanitarios, colocación de zócalo sanitario, resolución de encuentros con piezas de esquina y accesorios de fijación. Totalmente montada.				
	Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación y fijación de los paneles. Remates.				
	Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².				
	Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².				
		Sin descomposición			
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>23,52</b>
<b>P04SA040</b>	<b>PANEL ACH FRIGORÍFICO E=40 MM</b>	<b>m2</b>			
		Sin descomposición			
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>17,14</b>
<b>P04SA030</b>	<b>PANEL ACH FRIGORÍFICO E=60 MM</b>	<b>m2</b>			
		Sin descomposición			
<b>TOTAL PARTIDA .....</b>					<b>20,59</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
RSI020	<p><b>PAVIMENTO INDUSTRIAL, REALIZADO CON EL SISTEMA SISTEMA MASTERTOP 1700 POLYKIT "BASF", CONSTITUIDO POR SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO</b></p> <p>Pavimento industrial, realizado con el sistema sistema MasterTop 1700 Polykit "BASF", constituido por solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, extendido y vibrado mecánico mediante extendidora, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados; capa de rodadura de 0,5 a 1,0 de espesor, con recubrimiento de resina epoxi, MasterTop 1710 Polykit "BASF", y capa de acabado de resina epoxi de color blanco RAL 1013.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Resolución de encuentros y puntos singulares. Aplicación con rodillo de la primera capa de resina. Aplicación con rodillo de la segunda capa de resina. Limpieza final del pavimento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera ni la ejecución y el sellado de las juntas.</p>	m²			
mt10haf010nga	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	0,210 m³	76,88	16,14	
mt07ame010d	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	1,200 m²	1,35	1,62	
mt07aco020j	Separador homologado para pavimentos continuos.	2,000 Ud	0,04	0,08	
mt09bnc060b	Resina epoxi incolora, MasterTop 1700 A7 "BASF", para sistemas de pavimentos.	0,209 kg	14,82	3,10	
mt09bnc061b	Endurecedor y catalizador, MasterTop 1700 B7 "BASF", para resina epoxi de aplicación en sistemas de pavimentos.	0,327 kg	24,53	8,02	
mt09bnc062a	Pigmento en pasta MasterTop X1 "BASF", para mezclar con el endurecedor de resina epoxi, de aplicación en sistemas de pavimentos.	0,055 kg	43,75	2,41	
mt15bas130b	Árido de cuarzo natural, MasterTop F1 WE "BASF", de granulometría comprendida entre 0,1 y 0,4 mm, para utilizar como carga miner	0,182 kg	1,40	0,25	
mq06ext010	Extendidora para pavimentos de hormigón.	0,008 h	75,97	0,61	
au00auh020	Canaleta para vertido del hormigón.	1,000	0,00	0,00	
mo121	Oficial 1º aplicador de pavimentos industriales.	0,258 h	18,89	4,87	
mo122	Ayudante aplicador de pavimentos industriales.	0,378 h	17,90	6,77	
%0200	Costes directos complementarios	0,439 %	2,00	0,88	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>44,75</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>07</b>	<b>INSTALACIÓN DE FONTANERÍA</b>				
P18DC010	PLATO DUCHA 80X80 CM. COLOR	ud Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>73,55</b>
P18FA080	FREGADERO 70X49CM. 1 SENO	ud Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>84,37</b>
P18IA010	INOD.T.ALTO C/TAPA-MEC.NORM.B.	ud Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>92,96</b>
P18LL010	LAVAMANOS 45X34CM.C/FIJ.COLOR	ud Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>67,06</b>
P18WU010	URINARIO MURAL C/FIJAC.BLANCO	ud Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>176,68</b>
E12SGB010	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BOTE SIFÓNICO DE PVC, DE 110 MM. DE DIÁMETRO, COLOCADO EN EL GRUESO DEL FORJADO, CON CUATRO ENTRADAS  Suministro y colocación de bote sifónico de PVC, de 110 mm. de diámetro, colocado en el grueso del forjado, con cuatro entradas de 40 mm., y una salida de 50 mm., y con tapa de rejilla de PVC, para que sirva a la vez de sumidero, con sistema de cierre por lengüeta de caucho a presión, totalmente instalado, incluso con conexionado de las canalizaciones que acometen y colocación del ramal de salida hasta el manguetón del inodoro, con tubería de PVC de 50 mm. de diámetro, funcionando. Según DB-HS 5.	ud			
O01BO170	Oficial 1º Fontanero/Calefactor	0,400 h.	15,98	6,39	
P17SB010	Bote sifónico sumid.PVC c/t.rej.	1,000 ud	10,20	10,20	
P17VC030	Tubo PVC evac.resid.j.peg.50 mm.	1,500 m.	4,44	6,66	
P17VP180	Manguito PVC evac.40 mm.j.pegada	4,000 ud	0,75	3,00	
P17VP190	Manguito PVC evac.50 mm.j.pegada	1,000 ud	0,90	0,90	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>27,15</b>
P17PR050	TUBO POLIETILENO RETICULADO 32MM	m. Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>4,39</b>
P17PR060	TUBO POLIETILENO RETICULADO 40MM	m. Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>7,15</b>
P17PR040	TUBO POLIETILENO RETICULADO 25MM	m. Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>2,76</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>08</b>	<b>PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>				
S03CF010	EXTINTOR DE POLVO QUÍMICO ABC POLIVALENTE ANTIBRASA DE EFICACIA 34A/233B, DE 6 ud KG. DE AGENTE EXTINTOR, CON SOPORTE, MANÓMETRO CO Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro compro- bale y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.				
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA</b> .....		<b>56,85</b>
P23FB100	PULSADOR DE ALARMA	ud			
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA</b> .....		<b>22,75</b>
P17VT070	TUBO PVC PRES.J.PEG.65MM.10 ATM.	m.			
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA</b> .....		<b>4,62</b>
P23FF300	BOCA DE INCENDIO IPF-42, 3"	ud			
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA</b> .....		<b>311,93</b>
E12PFAA010	DETECTOR IÓNICO DE HUMOS Detector iónico de humos con base intercambiable, salida para indicador de acción y led de activación. Medida la unidad instalada.	ud			
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA</b> .....		<b>80,85</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>09</b>	<b>CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA</b>				
P12PR010	VENT.PARAL.1 HOJA S/FIJO 80X180	ud			
		Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>944,51</b>
P12LN020	PUERTA VAIVÉN 1 HOJA 85X200CM.	ud			
		Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>256,12</b>
LIC010	<b>PUERTA INDUSTRIAL APILABLE DE APERTURA RÁPIDA, DE ENTRE 2,5 Y 4 M DE ALTURA MÁXIMA, FORMADA POR LONA DE PVC, MARCO Y ESTRUCTURA</b> Puerta industrial apilable de apertura rápida, de entre 2,5 y 4 m de altura máxima, formada por lona de PVC, marco y estructura de acero galvanizado, cuadro de maniobra, pulsador, fotocélula de seguridad y mecanismos, fijada mediante atornillado en obra de fábrica. Incluso limpieza previa del soporte, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Colocación y anclaje del marco con la estructura de acero. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexionado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	m²			
mt26pes020a	Puerta industrial apilable de apertura rápida, de entre 2,5 y 3,5 m de altura máxima, formada por lona de PVC, marco y estructura	1,000 m²	329,80	329,80	
mo011	Oficial 1º montador.	0,600 h	19,42	11,65	
mo080	Ayudante montador.	0,600 h	17,90	10,74	
mo003	Oficial 1º electricista.	0,300 h	19,42	5,83	
%0200	Costes directos complementarios	3,580 %	2,00	7,16	
mt26pes020b	Puerta industrial apilable de apertura rápida, de entre 2,5 y 4 m de altura máxima, formada por lona de PVC, marco y estructura	1,000 m²	271,60	271,60	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>636,78</b>
LNA010	<b>PUERTA ESTANCA AL AIRE, DE ACERO, (PRESIÓN MÁXIMA 1000 PA), DE 2500X3000 MM.</b> Puerta estanca al aire (fuga de aire de 2 m³/h a 1000 Pa), de acero, de 2500x3000 mm, hoja de puerta de doble pared, de 44 mm de espesor, marco de anclaje de chapa de acero galvanizado con aislamiento de lana de roca, manecillas para accionamiento por ambos lados de aluminio fundido a presión, junta estanca de caucho APT, accionamiento situado en el lado derecho de la puerta. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada. Incluye: Marcado de puntos de fijación y aplomado del marco. Fijación del marco al paramento. Sellado de juntas perimetrales. Colocación de la hoja. Colocación de herrajes de cierre y accesorios. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	Ud			
mt26pnt010aaaa	Puerta estanca al aire (fuga de aire de 2 m³/h a 1000 Pa), de acero, de 2500x3000 mm, hoja de puerta de doble pared, de 44 mm de	1,000 Ud	547,46	547,46	
mo020	Oficial 1º construcción.	0,325 h	18,89	6,14	
mo077	Ayudante construcción.	0,325 h	17,90	5,82	
%0200	Costes directos complementarios	5,594 %	2,00	11,19	
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>570,61</b>
P12LP070	PUERTA ABATIBLE 2 HOJAS 190X200CM.	ud			
		Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA .....</b>				<b>291,57</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>10</b>	<b>INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO</b>				
P19AC010	COMPRESOR AIRE 10 CV. VOLUMEN DE ASPIRACIÓN: 2X840 L/MIN CAUDAL EFECTIVO A 6 BAR: 2X590 L/MIN DEPÓSITO DE PRESIÓN: 350 L	ud	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA .....			2.679,88
P19AC030	REGULADOR DE PRESIÓN	ud	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA .....			118,50
P17VT050	TUBERÍA PVC PRES. DIÁMETRO 40MM 6 ATM. DE PRESIÓN	m.	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA .....			2,05
P17VT060	TUBERÍA PVC PRES. DIÁMETRO 50MM 6 ATM DE PRESIÓN	m.	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA .....			2,91
P17XT010	LLAVE	ud	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA .....			3,06
P17XE010	VÁLVULA ESFERA	ud	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA .....			2,97



## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>11</b>	<b>INSTALACIÓN DE VAPOR</b>					
P20CC090	CALD.ACERO DE BIOMASA DE AGUA SOBRECALENTADA. SIN CONDENSADOR DE VAPOR. POTENCIA CALORÍFICA 1.300.000 KCAL/H.		ud			
				Sin descomposición		
				<b>TOTAL PARTIDA .....</b>		<b>10.996,93</b>
P20TC140	TUBO PVC AISL. D=28 MM.I/ACC.		m.			
				Sin descomposición		
				<b>TOTAL PARTIDA .....</b>		<b>0,80</b>
P20TV320	FILTRO EN Y DN-50/PN-16		ud			
				Sin descomposición		
				<b>TOTAL PARTIDA .....</b>		<b>59,66</b>

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
12	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA				
12.06	EQUIPO DE FRÍO	u			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA .....			25.500,00

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>13</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				
P15DC020	CONTADOR TRIFÁSICA ACTIVA	ud			
		Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>328,68</b>
E12EGMT010	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA HASTA 30 A. PARA 1 CONTADOR TRIFÁSICO, INCLUSO BASES CORTACIRCUITOS Y FUSIBLES PARA PROTECCI	ud			
	Caja general de protección y medida hasta 30 A. para 1 contador trifásico, incluso bases cortacircuitos y fusibles para protección de línea repartido- ra; para empotrar.Según REBT.				
		Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>113,39</b>
13.04	LUMINARIA ESTANCA LED	u			
	Luminaria estanca LED IP65 120 cm Potencia: 40 W Flujo luminoso: 3.600 lm Temperatura de la luz: blanco frío, 6.000 K Vida útil: 50.000 horas				
		Sin descomposición			
	<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>45,00</b>
IED010	Derivación individual monofásica fija en superficie para garaje, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (	m			
	Derivación individual monofásica fija en superficie para garaje, delimitada entre la centralización de contadores o la caja de protección y medida y el cuadro de mando y protección de cada usuario, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x240+1G120 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en canal protectora de PVC rígido, de 60x150 mm. Incluso accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montada, conexio- nada y probada. Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación de la canal protectora. Tendido de cables. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.				
mt35aia060e	Tubo curvable de polipropileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color gris, de 110 mm de diámetro nominal	1,000 m	7,83	7,83	
mt35cun010k1	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con	4,000 m	12,46	49,84	
mt35cun010i1	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con	1,000 m	6,31	6,31	
mt35www010	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	0,200 Ud	1,48	0,30	
mo003	Oficial 1º electricista.	0,106 h	19,42	2,06	
mo102	Ayudante electricista.	0,110 h	17,86	1,96	
%0200	Costes directos complementarios	0,683 %	2,00	1,37	
mt35ait040al	Canal protectora de PVC rígido, de 60x150 mm, para alojamiento de cables eléctricos, incluso accesorios. Según UNE-EN 50085-1, c	1,000 m	25,33	25,33	
mt35cun010p1	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con	2,000 m	40,04	80,08	
mt35cun010m1	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con	1,000 m	20,56	20,56	
	<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>195,64</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
13.05	<b>LUMINARIA LINEAL LED</b> Luminaria lineal LED IP25 148 cm Potencia: 60 W Flujo luminoso: 4.800 lm Temperatura de la luz: blanco natural, 4.200 K Vida útil: 30.000 horas		u			
Sin descomposición						
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>35,00</b>
13.06	<b>PANEL LED</b> Panel LED Slim 60 x 60 cm Potencia: 40 W Flujo luminoso: 4.000 lm Tempe- ratura de la luz: blanco neutro, 4.000 –4.500 K Vida útil: 30.000 horas		u			
Sin descomposición						
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>23,00</b>
1EM020	<b>INTERRUPTOR UNIPOLAR (1P), GAMA BÁSICA, INTENSIDAD ASIGNADA 10 AX, TENSIÓN ASIGNADA 250 V, CON TECLA SIMPLE, DE COLOR BLANCO Y M</b> Interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, ten- sión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellece- dor para 1 elemento, de color blanco; instalación empotrada. Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funciona- miento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmen- te ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la caja para meca- nismo empotrado.		Ud			
mt33gbg100a	Interruptor unipolar (1P) para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, según EN 60669.	1,000	Ud	3,08	3,08	
mt33gbg105a	Tecla simple, para interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco.	1,000	Ud	1,69	1,69	
mt33gbg950a	Marco embellecedor para 1 elemento, gama básica, de color blanco.	1,000	Ud	1,94	1,94	
mo003	Oficial 1º electricista.	0,190	h	19,42	3,69	
%0200	Costes directos complementarios	0,104	%	2,00	0,21	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>10,61</b>
1EH010	<b>CABLE MULTIPOLAR RZ1-K (AS), SIENDO SU TENSIÓN ASIGNADA DE 0,6/1 KV, REACCIÓN AL FUEGO CLASE CCA-S1B,D1,A1, CON CONDUCTOR DE COB</b> Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reac- ción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4G2,5 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cu- bierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halóge- nos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		m			
mt35cun030p	Cable multipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de	1,000	m	0,70	0,70	
mo003	Oficial 1º electricista.	0,015	h	19,42	0,29	
mo102	Ayudante electricista.	0,015	h	17,86	0,27	
%0200	Costes directos complementarios	0,013	%	2,00	0,03	
mt35cun010L1	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV,	1,000	m	2,45	2,45	

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
	reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, c				
		TOTAL PARTIDA .....			3,74
13.09	<b>DERIVACIÓN INDIVIDUAL</b>				
	Derivación individual monofásica fija en superficie para garaje, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x240+1G120 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en canal protectora de PVC rígido de 100x60 mm.				
13.09.01	Canal protectora de PVC rígido, de 60x150 mm, para alojamiento de cables eléctricos, incluso accesorios. Según UNE-EN 50085-1, c	1,000 m	25,33	25,33	
13.09.02	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con	2,000 m	40,04	80,08	
13.09.03	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con	1,000 m	20,56	20,56	
13.09.04	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	0,200 u	1,48	0,30	
13.09.05	Oficial 1º electricista.	0,210 h	19,42	4,08	
		TOTAL PARTIDA .....			130,35

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>14</b>	<b>MAQUINARIA</b>				
14.01	<b>BÁSCULA PARA CAMIONES</b> Báscula para camiones con capacidad para 60 toneladas para pesar la cantidad de materia prima recibida y poder cuantificar la producción. Instalación empotrada, sistema electrónico, 6 células de carga, visor electrónico.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>15.300,00</b>
14.02	<b>LAVADORA POR ASPERSIÓN E INMERSIÓN</b> Realiza un lavado por inmersión completa del producto y su posterior rociado con agua a presión. Capacidad de 1 tonelada/hora. Tanque, boquillas rociadoras, bomba de recirculación y elevador.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>16.538,20</b>
14.03	<b>CINTA DE SELECCIÓN ÓPTICA</b> Selecciona el producto apto para ser procesado. Rendimiento de 2,5 toneladas/hora. Sensores en la parte superior e inferior, sistema de luces led, cámaras e infrarrojo cercano y eyectores inteligentes.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>9.174,50</b>
14.04	<b>TRITURADORA</b>	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>11.200,00</b>
14.05	<b>ESCALDADOR</b> Equipo de acero inoxidable, se alimenta el producto con un transportador de tornillo horizontal y se descarga por una cinta en movimiento. Escaldado a vapor y posterior enfriamiento. Capacidad de 3 toneladas/hora.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>32.100,00</b>
14.06	<b>TAMIZ</b> Se introduce el producto por la tolva de carga y pasa por unas paletas que filtran la pulpa. Las pepitas y la piel se expulsan por la parte delantera y la pulpa por la parte central. Capacidad de 3 toneladas/hora. Paletas ajustadas al tamiz que realizan el filtrado.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>25.125,00</b>
14.07	<b>DESAIREADOR</b> Capacidad de 3,5 toneladas/hora. Tanque de vacío y recuperador de aromas.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>8.648,00</b>
14.08	<b>DEPÓSITOS DE MEZCLADO</b> Tanque de acero inoxidable de 300 litros de capacidad. Boca en la parte superior, entrada/salida de ingredientes y producto final. Motor con agitador, chaqueta de acero inoxidable, martillo de muestreo, ducha de saneamiento, indicador de nivel, controlador de velocidad, panel de control para el agitador, manómetro, termómetro y termostato.	u			

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>1.652,00</b>
14.09	<b>ENVASADORA DE LATAS</b> Equipo de sellado de latas de acero inoxidable automático con movimiento rotatorio. Capacidad de 50 latas/minuto.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>25.100,00</b>
14.10	<b>AUTOCLAVE</b> Equipo de acero inoxidable. Utiliza alta presión y vapor de agua. Temperatura de 120 °C a una presión de 2 bares.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>18.600,00</b>
14.11	<b>ETIQUETADORA DE LATAS</b> Equipo automático de acero inoxidable de etiquetas autoadhesivas. Introducción manual a la cinta. Capacidad de 4000 latas/hora.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>25.130,00</b>
14.12	<b>ESTERILIZADOR</b> Equipo de acero inoxidable, aplica una temperatura de 100 °C durante 12 minutos. Capacidad de 3 tonelada/hora.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>28.524,00</b>
14.13	<b>DEPÓSITO ESTÉRIL</b> Depósito de 3000 litros de capacidad de acero inoxidable	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>524,00</b>
14.14	<b>ENVASADORA DE BOTES</b> Equipo con sistema giratorio automático. Capacidad de 50 botes/minuto	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>24.326,00</b>
14.15	<b>ETIQUETADORA DE BOTES</b> Máquina automática de etiquetado. Capacidad de 4000 etiquetas/hora.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>15.625,00</b>
14.16	<b>ENCAJADORA-PALETIZADORA</b> Equipo automático de encajado-paletizado de latas y botes de plástico. Capacidad de 4 t/h.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>8.600,00</b>
14.17	<b>EQUIPO DE LIMPIEZA CIP</b> Equipo de limpieza móvil y automático. Contiene 1 depósito de 300 litros de capacidad.	u			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>23.050,00</b>

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
14.18	CARRETILLA ELEVADORA	u			
	Carretilla elevadora de capacidad de carga de 1600 kg, velocidad con carga de 17 km/h, desplazamiento lateral, 4 ruedas. Elevación de 4,33 m.				
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA .....			1.652,00
14.19	BOMBA DESPLAZAMIENTO POSITIVO	u			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA .....			1.225,50



# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>15</b>	<b>MOBILIARIO</b>				
15.01	MESA DESPACHO 1500X800X730	u			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			250,00
15.04	EQUIPAMIENTO LABORATORIO	u			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			3.000,00
15.05	BOTIQUÍN	u			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			45,00
15.07	ORDENADORES	u			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			654,00
P29E0010	SILLA DE OFICINA CON RUEDAS	ud			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			47,06
P29E0050	MESA OFICINA 72X152X71CM MELAM.	ud			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			290,13
P29E0020	SILLA TRABAJO C/RUED.AJUS.ALTURA	ud			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			153,38
15.06	OTROS	u			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			1.000,00

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
16	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD				



## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>17</b>	<b>URBANIZACIÓN</b>				
U09PE210	LIGUSTRUM JAPONICUM 0,8-1 m.CONT Ligustrum japonicum (Aligustre del Japón) de 0,8 a 1 m. de altura, suministrado en contenedor y plantación en hoyo de 0,8x0,8x0,8 m., incluso apertura del mismo con los medios indicados, abonado, formación de alcorque y primer riego.	ud			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>8,24</b>
U09PB040	LIGUSTRUM JAPONICUM 12-14 cm.CO. Ligustrum japonicum (Aligustre del Japón) de 12 a 14 cm. de perímetro de tronco, suministrado en contenedor y plantación en hoyo de 1x1x1 m., incluso apertura del mismo con los medios indicados, abonado, formación de alcorque y primer riego.	ud			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>47,14</b>
P24QS010	PINTURA RESINAS (MARCAS VIALES)	kg			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>8,60</b>
P13VS010	MALLA S/T GALV.CAL. 40/14 STD	m			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>1,89</b>
P13CM070	EQUIPO PUERTA AUTOM.P.SECCIONAL INDUST.	ud			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA</b> .....			<b>622,50</b>



## CUADRO DE PRECIOS 1 Y 2 POR CAPÍTULOS

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>01</b>		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	
U02CAB010	m2	DESBROCE Y LIMPIEZA SUPERFICIAL DE TERRENO DESARBOLADO POR MEDIOS MECÁNICOS HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 10 CM., CON CARGA SOBRE CAM  Desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 10 cm., con carga sobre camión de los productos resultantes.	0,38
U02CZE010	m3	EXCAVACIÓN EN ZANJA Y/O POZOS EN TIERRA, INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACIÓN A VERTEDERO O LUGAR DE EMP  Excavación en zanja y/o pozos en tierra, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo..	3,21

CERO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

TRES EUROS con VEINTIÚN CÉNTIMOS

## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>02</b>		<b>CIMENTACIONES</b>	
E04CM090	m3	HORMIGÓN EN MASA HM-5/B/32, DE 5 N/MM2., CONSISTENCIA BLANDA, TMÁX. 32 MM. ELABORADO EN OBRA PARA LIMPIEZA Y NIVELADO DE FONDOS  Hormigón en masa HM-5/B/32, de 5 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 32 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según EHE-08 y DB-SE-C.	73,78
E04AB010	kg	ACERO CORRUGADO B 400 S/SD, CORTADO, DOBLADO, ARMADO Y COLOCADO EN OBRA, INCLUSO P.P. DE DESPUNTES. SEGÚN EHE-08 Y CTE-SE-A  Acero corrugado B 400 S/SD, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A	1,86
E04CA010	m3	HORMIGÓN ARMADO HA-25/B/32/IIA, DE 25 N/MM2., CONSISTENCIA BLANDA, TMÁX. 32 MM., PARA AMBIENTE HUMEDAD ALTA, ELABORADO EN CENTRA  Hormigón armado HA-25/B/32/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 32 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.	167,40
E04SA010	m2	SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO DE 10 CM. DE ESPESOR, REALIZADA CON HORMIGÓN HA-25/B/16/IIA, DE CENTRAL, I/VERTIDO, CURADO, COLOCACIÓN  Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según la normativa en vigor EHE-08 y DB-SE-C.	12,89

DOCE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03		ESTRUCTURA	
E05AAL010	kg	ACERO LAMINADO S275 JR, EN PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE PARA VIGAS, PILARES, ZUNCHOS Y CORREAS, MEDIANTE UNIONES SOLDADAS; I/P  Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado. Según DB-SE-A.	1,86
E05AN190	ud	PLAC.ANCLAJE S275 80X50X10  Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 40x40x2 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según CTE-DB-SE-A.	26,07

~~4/5~~

# CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>04</b>		<b>SANEAMIENTO</b>	
E12SNP010	m.	<b>CANALÓN DE PVC DE 12,5 cm.</b> Canalón de PVC, de 12,5 cm. de diámetro, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.	11,00
E12SJP040	m.	<b>BAJANTE DE PVC SERIE F. 125 mm.</b> Bajante de PVC serie F, de 125 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.	14,63
U140EP020	m.	<b>COLECTOR DE SANEAMIENTO ENTERRADO DE PVC DE PARED COMPACTA DE COLOR TEJA Y RIGIDEZ 2 KN/M2; CON UN DIÁMETRO 200 MM. Y DE UNIÓN P</b> Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared compacta de color teja y rigidez 2 kN/m2; con un diámetro 200 mm. y de unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.	17,91
U14ENP030	u	<b>CANAleta DE DRENAJE SUPERFICIAL PARA ZONAS DE CARGA LIGERA Y PESADA, FORMADO POR PIEZAS PREFABRICADAS DE PVC DE 1000X200 CM. DE</b> Canaleta de drenaje superficial para zonas de carga ligera y pesada, formado por piezas prefabricadas de PVC de 500x200 cm. de medidas exteriores, sin pendiente incorporada y con rejilla de PVC blanco, colocadas sobre cama de arena de río compactada, incluso con p.p. de piezas especiales y pequeño material, montado, nivelado y con p.p. de medios auxiliares. Incluso recibido a saneamiento.	71,21
U14ALR050	ud	<b>ARQUETA DE REGISTRO DE 60X70X70 CM. DE MEDIDAS INTERIORES, CONSTRUIDA CON FÁBRICA DE LADRILLO PERFORADO TOSCO DE 1/2 PIE DE ESPE</b> Arqueta de registro de 63x51x70 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento M-15, y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	82,15

OCHENTA Y DOS EUROS con QUINCE CÉNTIMOS



## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
U14C014	ud	ACOMETIDA RED GRAL.SANEAM. PVC D=250 Acometida domiciliaria de saneamiento a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: corte de pavimento por medio de sierra de disco, rotura del pavimento con martillo picador, excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, rotura, conexión y reparación del colector existente, colocación de tubería de PVC corrugado de 25 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.	408,80
		CUATROCIENTOS OCHO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	
P02AH040	ud	ARQUETA PREF.HGÓN. 50X50X50 CM.	41,11
		CUARENTA Y UN EUROS con ONCE CÉNTIMOS	
P17PR060	m.	TUBO POLIETILENO RETICULADO 40MM	7,15
		SIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
P17PR070	m.	TUBO POLIETILENO RETICULADO 50MM	10,72
		DIEZ EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	
P17PR110	m.	TUBO POLIETILENO RETICUL.110MM	79,26
		SETENTA Y NUEVE EUROS con VEINTISÉIS CÉNTIMOS	
P17VC060	m.	TUBO PVC EVAC.RESID.J.PEG.110MM.	9,57
		NUEVE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05		CUBIERTA	
E07IMP010	m2	CUBIERTA FORMADA POR PANEL DE CHAPA DE ACERO EN PERFIL COMERCIAL, PRELACADA CARA EXTERIOR Y GALVANIZADA CARA INTERIOR DE 0,6 MM.  Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud. Según DB-HS.	38,09

TREINTA Y OCHO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

# CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>06</b>		<b>SOLERA, CERRAMIENTOS Y TABIQUES</b>	
E08FAK020	m2	<b>FALSO TECHO CONTINUO DE CARTÓN YESO DE 12,5 MM DE ESPESOR CON MAESTRA DE 60X27, I/P.P. DE PIEZAS DE CUELQUE Y NIVELACIÓN, REPLAN</b>  Falso techo continuo de cartón yeso de 12,5 mm de espesor con maestra de 60x27, i/p.p. de piezas de cuelgue y nivelación, replanteo auxiliar, accesorios de fijación, nivelación y repaso de juntas con cinta y pasta, montaje y desmontaje de andamios, totalmente terminado y listo para pintar, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.	30,07
E10EGB060	m2	<b>SOLADO DE BALDOSA DE GRES DE 41X41 CM. RECIBIDO CON MORTERO DE CEMENTO CEM II/B-M 32,5 R Y ARENA DE RÍO 1/6 (MORTERO TIPO M-5),</b>  Solado de baldosa de gres de 41x41 cm. recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), i/ca-ma de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 8x41 cm., rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido en superficie realmente ejecutada. Según RC-08.Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.	29,11
FLM015	m²	<b>CERRAMIENTO DE FACHADA CON PANELES SÁNDWICH AISLANTES DE ACERO, MODELO M "ACH", DE 50 MM DE ESPESOR Y 1150 MM DE ANCHO, FORMADOS</b>  Suministro y montaje vertical de cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes de acero, modelo M "ACH", de 50 mm de espesor y 1150 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, Granite Standard, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 55 kg/m³, con juntas diseñadas para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios. Incluso replanteo, p/p de mermas, remates, cubrejuntas y accesorios de fijación y estanqueidad. Totalmente montado.  Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación del remate inferior de la fachada. Colocación de juntas. Colocación y fijación del primer panel. Colocación y fijación del resto de paneles, según el orden indicado. Remates.  Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².  Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².	55,39
P01LH010	ud	<b>LADRILLO H. SENCILLO 24X12X4</b>	0,18
P07TS005	m2	<b>PANEL POLIESTIRENO EXPANDIDO CHAPA PRELACADO +GAL.30mm</b>	22,12

CINCUENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CERO EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

VEINTIDÓS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
FIF010	m²	<b>PARTICIÓN INTERIOR, PARA CÁMARA FRIGORÍFICA DE PRODUCTOS REFRIGERADOS, CON TEMPERATURA AMBIENTE SUPERIOR A 0°C, FORMADA POR PANE</b>  Suministro y montaje de partición interior, para cámara frigorífica de productos refrigerados, con temperatura ambiente superior a 0°C, con paneles sándwich aislantes machihembrados de acero prelacado Basic Frigo TP-SM "ACH", de 100 mm de espesor y 1130 mm de anchura, Euroclase B-s2, d0 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, formados por doble cara metálica de chapa de acero prelacado, acabado con pintura de poliéster para uso alimentario, color blanco, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, fijados a perfil soporte de acero galvanizado con tornillos autorroscantes, previamente fijado al forjado con tornillos de cabeza hexagonal con arandela (4 ud/m²). Incluso replanteo, mermas, remates perimetrales con perfiles sanitarios, colocación de zócalo sanitario, resolución de encuentros con piezas de esquina y accesorios de fijación. Totalmente montada. Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación y fijación de los paneles. Remates.  Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².  Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².	23,52
P04SA040	m2	PANEL ACH FRIGORÍFICO E=40 MM	VEINTITRÉS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS 17,14
P04SA030	m2	PANEL ACH FRIGORÍFICO E=60 MM	DIECISIETE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS 20,59
RSI020	m²	<b>PAVIMENTO INDUSTRIAL, REALIZADO CON EL SISTEMA SISTEMA MASTERTOP 1700 POLYKIT "BASF", CONSTITUIDO POR SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO</b>  Pavimento industrial, realizado con el sistema sistema MasterTop 1700 Polykit "BASF", constituido por solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, extendido y vibrado mecánico mediante extendedora, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados; capa de rodadura de 0,5 a 1,0 de espesor, con recubrimiento de resina epoxi, MasterTop 1710 Polykit "BASF", y capa de acabado de resina epoxi de color blanco RAL 1013.  Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Resolución de encuentros y puntos singulares. Aplicación con rodillo de la primera capa de resina. Aplicación con rodillo de la segunda capa de resina. Limpieza final del pavimento.  Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.  Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.  Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera ni la ejecución y el sellado de las juntas.	VEINTE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS 44,75

CUARENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CINCO

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
--------	----	---------	--------

CÉNTIMOS



# CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>07</b>		<b>INSTALACIÓN DE FONTANERÍA</b>	
P18DC010	ud	PLATO DUCHA 80X80 CM. COLOR	73,55
		SETENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
P18FA080	ud	FREGADERO 70X49CM. 1 SENO	84,37
		OCHENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
P18IA010	ud	INOD.T.ALTO C/TAPA-MEC.NORM.B.	92,96
		NOVENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
P18LL010	ud	LAVAMANOS 45X34CM.C/FIJ.COLOR	67,06
		SESENTA Y SIETE EUROS con SEIS CÉNTIMOS	
P18WU010	ud	URINARIO MURAL C/FIJAC.BLANCO	176,68
		CIENTO SETENTA Y SEIS EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
E12SGB010	ud	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BOTE SIFÓNICO DE PVC, DE 110 MM. DE DIÁMETRO, COLOCADO EN EL GRUESO DEL FORJADO, CON CUATRO ENTRADAS	27,15
		Suministro y colocación de bote sifónico de PVC, de 110 mm. de diámetro, colocado en el grueso del forjado, con cuatro entradas de 40 mm., y una salida de 50 mm., y con tapa de rejilla de PVC, para que sirva a la vez de sumidero, con sistema de cierre por lengüeta de caucho a presión, totalmente instalado, incluso con conexionado de las canalizaciones que acometen y colocación del ramal de salida hasta el manguetón del inodoro, con tubería de PVC de 50 mm. de diámetro, funcionando. Según DB-HS 5.	
		VEINTISIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
P17PR050	m.	TUBO POLIETILENO RETICULADO 32MM	4,39
		CUATRO EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
P17PR060	m.	TUBO POLIETILENO RETICULADO 40MM	7,15
		SIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
P17PR040	m.	TUBO POLIETILENO RETICULADO 25MM	2,76
		DOS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	

## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>08</b>		<b>PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>	
S03CF010	ud	EXTINTOR DE POLVO QUÍMICO ABC POLIVALENTE ANTIBRASA DE EFICACIA 34A/233B, DE 6 KG. DE AGENTE EXTINTOR, CON SOPORTE, MANÓMETRO CO Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro probable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	56,85
		CINCUENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
P23FB100	ud	PULSADOR DE ALARMA	22,75
		VEINTIDÓS EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
P17VT070	m.	TUBO PVC PRES.J.PEG.65MM.10 ATM.	4,62
		CUATRO EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS	
P23FF300	ud	BOCA DE INCENDIO IPF-42, 3"	311,93
		TRESCIENTOS ONCE EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	
E12PFAA010	ud	DETECTOR IÓNICO DE HUMOS Detector iónico de humos con base intercambiable, salida para indicador de acción y led de activación. Medida la unidad instalada.	80,85
		OCHENTA EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

# CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>09</b>		<b>CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA</b>	
P12PR010	ud	VENT.PARAL.1 HOJA S/FIJO 80X180	944,51
		NOVECIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	
P12LN020	ud	PUERTA VAIVÉN 1 HOJA 85X200CM.	256,12
		DOSCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con DOCE CÉNTIMOS	
LIC010	m²	PUERTA INDUSTRIAL APILABLE DE APERTURA RÁPIDA, DE ENTRE 2,5 Y 4 M DE ALTURA MÁXIMA, FORMADA POR LONA DE PVC, MARCO Y ESTRUCTURA	636,78
		Puerta industrial apilable de apertura rápida, de entre 2,5 y 4 m de altura máxima, formada por lona de PVC, marco y estructura de acero galvanizado, cuadro de maniobra, pulsador, fotocélula de seguridad y mecanismos, fijada mediante atornillado en obra de fábrica. Incluso limpieza previa del soporte, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.	
		Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Colocación y anclaje del marco con la estructura de acero. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexionado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha.	
		Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.	
		Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
		SEISCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
LNA010	Ud	PUERTA ESTANCA AL AIRE, DE ACERO, (PRESIÓN MÁXIMA 1000 PA), DE 2500X3000 MM.	570,61
		Puerta estanca al aire (fuga de aire de 2 m³/h a 1000 Pa), de acero, de 2500x3000 mm, hoja de puerta de doble pared, de 44 mm de espesor, marco de anclaje de chapa de acero galvanizado con aislamiento de lana de roca, manecillas para accionamiento por ambos lados de aluminio fundido a presión, junta estanca de caucho APT, accionamiento situado en el lado derecho de la puerta. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada.	
		Incluye: Marcado de puntos de fijación y aplomado del marco. Fijación del marco al paramento. Sellado de juntas perimetrales. Colocación de la hoja. Colocación de herrajes de cierre y accesorios.	
		Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.	
		Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
		QUINIENTOS SETENTA EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	
P12LP070	ud	PUERTA ABATIBLE 2 HOJAS 190X200CM.	291,57
		DOSCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	



## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>10</b>		<b>INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO</b>	
P19AC010	ud	COMPRESOR AIRE 10 CV. VOLUMEN DE ASPIRACIÓN: 2X840 L/MIN CAUDAL EFECTIVO A 6 BAR: 2X590 L/MIN DEPÓSITO DE PRESIÓN: 350 L	2.679,88
		DOS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
P19AC030	ud	REGULADOR DE PRESIÓN	118,50
		CIENTO DIECIOCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	



## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>11</b>		<b>INSTALACIÓN DE VAPOR</b>	
P20CC090	ud	CALD.ACERO DE BIOMASA DE AGUA SOBRECALENTADA. SIN CONDENSADOR DE VAPOR. POTENCIA CALORÍFICA 1.300.000 KCAL/H.	10.996,93
			DIEZ MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
P20TC140	m.	TUBO PVC AISL. D=28 MM.I/ACC.	0,80
			CERO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS
P20TV320	ud	FILTRO EN Y DN-50/PN-16	59,66
			CINCUENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS



CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
12		INSTALACIÓN FRIGORÍFICA	
12.06	u	EQUIPO DE FRÍO	25.500,00

VEINTICINCO MIL QUINIENTOS EUROS



# CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>13</b>		<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	
P15DC020	ud	CONTADOR TRIFÁSICA ACTIVA	328,68
		TRESCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
E12EGMT010	ud	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA HASTA 30 A. PARA 1 CONTADOR TRIFÁSICO, INCLUSO BASES CORTACIRCUITOS Y FUSIBLES PARA PROTECCI	113,39
		Caja general de protección y medida hasta 30 A. para 1 contador trifásico, incluso bases cortacircuitos y fusibles para protección de línea re-partidora; para empotrar.Según REBT.	
		CIENTO TRECE EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
13.04	u	LUMINARIA ESTANCA LED	45,00
		Luminaria estanca LED IP65 120 cm Potencia: 40 W Flujo luminoso: 3.600 lm Temperatura de la luz: blanco frío, 6.000 K Vida útil: 50.000 horas	
		CUARENTA Y CINCO EUROS	
IED010	m	Derivación individual monofásica fija en superficie para garaje, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (	195,64
		Derivación individual monofásica fija en superficie para garaje, delimitada entre la centralización de contadores o la caja de protección y medida y el cuadro de mando y protección de cada usuario, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x240+1G120 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en canal protectora de PVC rígido, de 60x150 mm. Incluso accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación de la canal protectora. Tendido de cables. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
		CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
13.05	u	LUMINARIA LINEAL LED	35,00
		Luminaria lineal LED IP25 148 cm Potencia: 60 W Flujo luminoso: 4.800 lm Temperatura de la luz: blanco natural, 4.200 K Vida útil: 30.000 horas	

TREINTA Y CINCO EUROS

## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
13.06	u	<b>PANEL LED</b> Panel LED Slim 60 x 60 cm Potencia: 40 W Flujo luminoso: 4.000 lm Temperatura de la luz: blanco neutro, 4.000 –4.500 K Vida útil: 30.000 horas	23,00
VEINTITRÉS EUROS			
IEM020	Ud	<b>INTERRUPTOR UNIPOLAR (1P), GAMA BÁSICA, INTENSIDAD ASIGNADA 10 AX, TENSIÓN ASIGNADA 250 V, CON TECLA SIMPLE, DE COLOR BLANCO Y M</b> Interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco; instalación empotrada. Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la caja para mecanismo empotrado.	10,61
DIEZ EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS			
IEH010	m	<b>CABLE MULTIPOLAR RZ1-K (AS), SIENDO SU TENSIÓN ASIGNADA DE 0,6/1 KV, REACCIÓN AL FUEGO CLASE CCA-S1B,D1,A1, CON CONDUCTOR DE COB</b> Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4G2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	3,74
TRES EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
13.09		<b>DERIVACIÓN INDIVIDUAL</b> Derivación individual monofásica fija en superficie para garaje, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x240+1G120 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en canal protectora de PVC rígido de 100x60 mm.	130,35

CIENTO TREINTA EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>14</b>		<b>MAQUINARIA</b>	
14.01	u	<b>BÁSCULA PARA CAMIONES</b> Báscula para camiones con capacidad para 60 toneladas para pesar la cantidad de materia prima recibida y poder cuantificar la producción. Instalación empotrada, sistema electrónico, 6 células de carga, visor electrónico.	15.300,00
14.02	u	<b>LAVADORA POR ASPERSIÓN E INMERSIÓN</b> Realiza un lavado por inmersión completa del producto y su posterior rociado con agua a presión. Capacidad de 1 tonelada/hora. Tanque, boquillas rociadoras, bomba de recirculación y elevador.	QUINCE MIL TRESCIENTOS EUROS 16.538,20
14.03	u	<b>CINTA DE SELECCIÓN ÓPTICA</b> Selecciona el producto apto para ser procesado. Rendimiento de 2,5 toneladas/hora. Sensores en la parte superior e inferior, sistema de luces led, cámaras e infrarrojo cercano y eyectores inteligentes.	DIECISÉIS MIL QUINIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS 9.174,50
14.04	u	<b>TRITURADORA</b>	NUEVE MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS 11.200,00
14.05	u	<b>ESCALDADOR</b> Equipo de acero inoxidable, se alimenta el producto con un transportador de tornillo horizontal y se descarga por una cinta en movimiento. Escaldado a vapor y posterior enfriamiento. Capacidad de 3 toneladas/hora.	ONCE MIL DOSCIENTOS EUROS 32.100,00
14.06	u	<b>TAMIZ</b> Se introduce el producto por la tolva de carga y pasa por unas paletas que filtran la pulpa. Las pepitas y la piel se expulsan por la parte delantera y la pulpa por la parte central. Capacidad de 3 toneladas/hora. Paletas ajustadas al tamiz que realizan el filtrado.	TREINTA Y DOS MIL CIENTO EUROS 25.125,00
14.07	u	<b>DESAIREADOR</b> Capacidad de 3,5 toneladas/hora. Tanque de vacío y recuperador de aromas.	VEINTICINCO MIL CIENTO VEINTICINCO EUROS 8.648,00
14.08	u	<b>DEPÓSITOS DE MEZCLADO</b> Tanque de acero inoxidable de 300 litros de capacidad. Boca en la parte superior, entrada/salida de ingredientes y producto final. Motor con agitador, chaqueta de acero inoxidable, martillo de muestreo, ducha de saneamiento, indicador de nivel, controlador de velocidad, panel de control para el agitador, manómetro, termómetro y termostato.	OCHO MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS 1.652,00
			MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS

## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
14.09	u	<b>ENVASADORA DE LATAS</b> Equipo de sellado de latas de acero inoxidable automático con movimiento rotatorio. Capacidad de 50 latas/minuto.	25.100,00
14.10	u	<b>AUTOCLAVE</b> Equipo de acero inoxidable. Utiliza alta presión y vapor de agua. Temperatura de 120 °C a una presión de 2 bares.	18.600,00
14.11	u	<b>ETIQUETADORA DE LATAS</b> Equipo automático de acero inoxidable de etiquetas autoadhesivas. Introducción manual a la cinta. Capacidad de 4000 latas/hora.	25.130,00
14.12	u	<b>ESTERILIZADOR</b> Equipo de acero inoxidable, aplica una temperatura de 100 °C durante 12 minutos. Capacidad de 3 toneladas/hora.	28.524,00
14.13	u	<b>DEPÓSITO ESTÉRIL</b> Depósito de 3000 litros de capacidad de acero inoxidable	524,00
14.14	u	<b>ENVASADORA DE BOTES</b> Equipo con sistema giratorio automático. Capacidad de 50 botes/minuto	24.326,00
14.15	u	<b>ETIQUETADORA DE BOTES</b> Máquina automática de etiquetado. Capacidad de 4000 etiquetas/hora.	15.625,00
14.16	u	<b>ENCAJADORA-PALETIZADORA</b> Equipo automático de encajado-paletizado de latas y botes de plástico. Capacidad de 4 t/h.	8.600,00
14.17	u	<b>EQUIPO DE LIMPIEZA CIP</b> Equipo de limpieza móvil y automático. Contiene 1 depósito de 300 litros de capacidad.	23.050,00
14.18	u	<b>CARRETILLA ELEVADORA</b> Carretilla elevadora de capacidad de carga de 1600 kg, velocidad con carga de 17 km/h, desplazamiento lateral, 4 ruedas. Elevación de 4,33 m.	1.652,00
14.19	u	<b>BOMBA DESPLAZAMIENTO POSITIVO</b>	1.225,50

MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS

MIL DOSCIENTOS VEINTICINCO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>15</b>		<b>MOBILIARIO</b>	
15.01	u	MESA DESPACHO 1500X800X730	250,00
15.04	u	EQUIPAMIENTO LABORATORIO	3.000,00
15.05	u	BOTIQUÍN	45,00
15.07	u	ORDENADORES	654,00
P29EO010	ud	SILLA DE OFICINA CON RUEDAS	47,06
P29EO050	ud	MESA OFICINA 72X152X71CM MELAM.	290,13
P29EO020	ud	SILLA TRABAJO C/RUED.AJUS.ALTURA	153,38
15.06	u	OTROS	1.000,00
		MIL EUROS	



CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
16		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	



## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>17</b>		<b>URBANIZACIÓN</b>	
U09PE210	ud	LIGUSTRUM JAPONICUM 0,8-1 m.CONT Ligustrum japonicum (Aligustre del Japón) de 0,8 a 1 m. de altura, suministrado en contenedor y plantación en hoyo de 0,8x0,8x0,8 m., incluso apertura del mismo con los medios indicados, abonado, formación de alcorque y primer riego.	8,24
U09PB040	ud	LIGUSTRUM JAPONICUM 12-14 cm.CO. Ligustrum japonicum (Aligustre del Japón) de 12 a 14 cm. de perímetro de tronco, suministrado en contenedor y plantación en hoyo de 1x1x1 m., incluso apertura del mismo con los medios indicados, abonado, formación de alcorque y primer riego.	47,14
P24QS010	kg	PINTURA RESINAS (MARCAS VIALES)	8,60
P13VS010	m	MALLA S/T GALV.CAL. 40/14 STD	1,89
P13CM070	ud	EQUIPO PUERTA AUTOM.P.SECCIONAL INDUST.	622,50
		OCHO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
		CUARENTA Y SIETE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	
		OCHO EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	
		UN EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
		SEISCIENTOS VEINTIDÓS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	



# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							
U02CAB010	m2 DESBROCE Y LIMPIEZA SUPERFICIAL DE TERRENO DESARBOLADO POR MEDIOS MECÁNICOS HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 10 CM., CON CARGA SOBRE CAM  Desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 10 cm., con carga sobre camión de los productos resultantes.							
						5.500,00	0,38	2.090,00
U02CZE010	m3 EXCAVACIÓN EN ZANJA Y/O POZOS EN TIERRA, INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACIÓN A VERTEDERO O LUGAR DE EMP  Excavación en zanja y/o pozos en tierra, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo..							
Spc0010	Excavación zapatas extremas	30				30,00		
Spc0020	Excavación zapatas intermedias	8	3,00	2,00	1,25	60,00		
						90,00	3,21	288,90
<b>TOTAL 01.....</b>								<b>2.090,00</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>02</b>	<b>CIMENTACIONES</b>							
<b>E04CM090</b>	<b>m3 HORMIGÓN EN MASA HM-5/B/32, DE 5 N/MM2., CONSISTENCIA BLANDA, TMÁX. 32 MM. ELABORADO EN OBRA PARA LIMPIEZA Y NIVELADO DE FONDOS</b>  Hormigón en masa HM-5/B/32, de 5 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 32 mm. elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según EHE-08 y DB-SE-C.							
Spc0010	Hormigón zapatas extremos	30	3,00	5,00	0,10	45,00		
Spc0020	Hormigón zapatas intermedias	8	3,00	2,00	0,10	4,80		
						49,80	73,78	3.674,24
<b>E04AB010</b>	<b>kg ACERO CORRUGADO B 400 S/SD, CORTADO, DOBLADO, ARMADO Y COLOCADO EN OBRA, INCLUSO P.P. DE DESPUNTES. SEGÚN EHE-08 Y CTE-SE-A</b>  Acero corrugado B 400 S/SD, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A							
Spc0010	Armadura principal, zapatas extremas					203,56		
Spc0020	Armadura secundaria, zapatas extremas					259,35		
Spc0030	Armadura principal, zapatas intermedias					194,85		
Spc0040	Armadura secundaria, zapatas intermedias					84,70		
						742,46	1,86	1.380,98
<b>E04CA010</b>	<b>m3 HORMIGÓN ARMADO HA-25/B/32/IIA, DE 25 N/MM2., CONSISTENCIA BLANDA, TMÁX. 32 MM., PARA AMBIENTE HUMEDAD ALTA, ELABORADO EN CENTRA</b>  Hormigón armado HA-25/B/32/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 32 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.							
Spc0010	Hormigón zapatas extremas	30	3,00	5,00	1,25	562,50		
Spc0020	Hormigón zapatas intermedias	8	3,00	2,00	1,25	60,00		
						622,50	167,40	104.206,50
<b>E04SA010</b>	<b>m2 SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO DE 10 CM. DE ESPESOR, REALIZADA CON HORMIGÓN HA-25/B/16/IIA, DE CENTRAL, I/VERTIDO, CURADO, COLOCACIÓN</b>  Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según la normativa en vigor EHE-08 y DB-SE-C.							
						423,76	12,89	5.462,27
<b>TOTAL 02.....</b>								<b>114.723,99</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>03</b>	<b>ESTRUCTURA</b>							
E05AAL010	kg ACERO LAMINADO S275 JR, EN PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE PARA VIGAS, PILARES, ZUNCHOS Y CORREAS, MEDIANTE UNIONES SOLDADAS; I/P Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado. Según DB-SE-A.							
						16.425,01	1,86	30.550,52
E05AN190	ud PLAC.ANCLAJE S275 80X50X10 Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 40x40x2 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según CTE-DB-SE-A.							
						38,00	26,07	990,66
<b>TOTAL 03.....</b>								<b>31.541,18</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>04</b>	<b>SANEAMIENTO</b>							
E12SNP010	m. CANALÓN DE PVC DE 12,5 cm. Canalón de PVC, de 12,5 cm. de diámetro, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.					140,00	11,00	1.540,00
E12SJP040	m. BAJANTE DE PVC SERIE F. 125 mm. Bajante de PVC serie F, de 125 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, totalmente instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando. Según DB-HS 5.					98,00	14,63	1.433,74
U14OEP020	m. COLECTOR DE SANEAMIENTO ENTERRADO DE PVC DE PARED COMPACTA DE COLOR TEJA Y RIGIDEZ 2 kN/M2; CON UN DIÁMETRO 200 MM. Y DE UNIÓN P Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared compacta de color teja y rigidez 2 kN/m2; con un diámetro 200 mm. y de unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.					135,00	17,91	2.417,85
U14ENP030	u CANALETA DE DRENAJE SUPERFICIAL PARA ZONAS DE CARGA LIGERA Y PESADA, FORMADO POR PIEZAS PREFABRICADAS DE PVC DE 1000X200 CM. DE Canaleta de drenaje superficial para zonas de carga ligera y pesada, formado por piezas prefabricadas de PVC de 500x200 cm. de medidas exteriores, sin pendiente incorporada y con rejilla de PVC blanco, colocadas sobre cama de arena de río compactada, incluso con p.p. de piezas especiales y pequeño material, montado, nivelado y con p.p. de medios auxiliares. Incluso recibido a saneamiento.					7,00	71,21	498,47
U14ALR050	ud ARQUETA DE REGISTRO DE 60X70X70 CM. DE MEDIDAS INTERIORES, CONSTRUIDA CON FÁBRICA DE LADRILLO PERFORADO TOSCO DE 1/2 PIE DE ESPE Arqueta de registro de 63x51x70 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento M-15, y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.					16,00	82,15	1.314,40
U14C014	ud ACOMETIDA RED GRAL.SANEAM. PVC D=250 Acometida domiciliar de saneamiento a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: corte de pavimento por medio de sierra de disco, rotura del pavimento con martillo picador, excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, rotura, conexión y reparación del colector existente, colocación de tubería de PVC corrugado de 25 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.							

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
P02AH040	ud ARQUETA PREF.HGÓN. 50X50X50 CM.					1,00	408,80	408,80
P17PR060	m. TUBO POLIETILENO RETICULADO 40MM					25,00	41,11	1.027,75
P17PR070	m. TUBO POLIETILENO RETICULADO 50MM					20,40	7,15	145,86
P17PR110	m. TUBO POLIETILENO RETICUL.110MM					11,80	10,72	126,50
P17VC060	m. TUBO PVC EVAC.RESID.J.PEG.110MM.					2,00	79,26	158,52
						70,00	9,57	669,90
TOTAL 04.....								9.741,79



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05	CUBIERTA							
E07IMP010	m2 CUBIERTA FORMADA POR PANEL DE CHAPA DE ACERO EN PERFIL COMERCIAL, PRELACADA CARA EXTERIOR Y GALVANIZADA CARA INTERIOR DE 0,6 MM.  Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada cara exterior y galvanizada cara interior de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 30 mm., sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud. Según DB-HS.							
Spc0010			70,00			70,00		
						1.762,60	38,09	67.137,43
TOTAL 05.....								67.137,43

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>06</b>	<b>SOLERA, CERRAMIENTOS Y TABIQUES</b>							
E08FAK020	<p>m2 FALSO TECHO CONTINUO DE CARTÓN YESO DE 12,5 MM DE ESPESOR CON MAESTRA DE 60X27, I/P.P. DE PIEZAS DE CUELQUE Y NIVELACIÓN, REPLAN</p> <p>Falso techo continuo de cartón yeso de 12,5 mm de espesor con maestra de 60x27, i/p.p. de piezas de cuelgue y nivelación, replanteo auxiliar, accesorios de fijación, nivelación y repaso de juntas con cinta y pasta, montaje y desmontaje de andamios, totalmente terminado y listo para pintar, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2.</p>					1.750,00	30,07	52.622,50
E10EGB060	<p>m2 SOLADO DE BALDOSA DE GRES DE 41X41 CM. RECIBIDO CON MORTERO DE CEMENTO CEM II/B-M 32,5 R Y ARENA DE RÍO 1/6 (MORTERO TIPO M-5),</p> <p>Solado de baldosa de gres de 41x41 cm. recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 R y arena de río 1/6 (mortero tipo M-5), i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 8x41 cm., rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, medido en superficie realmente ejecutada. Según RC-08. Según condiciones del CTE, recogidas en el Pliego de Condiciones.</p>					353,38	29,11	10.286,89
FLM015	<p>m2 CERRAMIENTO DE FACHADA CON PANELES SÁNDWICH AISLANTES DE ACERO, MODELO M "ACH", DE 50 MM DE ESPESOR Y 1150 MM DE ANCHO, FORMADOS</p> <p>Suministro y montaje vertical de cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes de acero, modelo M "ACH", de 50 mm de espesor y 1150 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, Granite Standard, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 55 kg/m<sup>3</sup>, con juntas diseñadas para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios. Incluso replanteo, p/p de mermas, remates, cubrejuntas y accesorios de fijación y estanqueidad. Totalmente montado. Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación del remate inferior de la fachada. Colocación de juntas. Colocación y fijación del primer panel. Colocación y fijación del resto de paneles, según el orden indicado. Remates. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.</p>					877,50	55,39	48.604,73
P01LH010	ud LADRILLO H. SENCILLO 24X12X4					41.138,00	0,18	7.404,84
P07TS005	m2 PANEL POLIESTIRENO EXPANDIDO CHAPA PRELACADO +GAL.30mm					1.451,64	22,12	32.110,28

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
FIF010	<p>m² PARTICIÓN INTERIOR, PARA CÁMARA FRIGORÍFICA DE PRODUCTOS REFRIGERADOS, CON TEMPERATURA AMBIENTE SUPERIOR A 0°C, FORMADA POR PANE</p> <p>Suministro y montaje de partición interior, para cámara frigorífica de productos refrigerados, con temperatura ambiente superior a 0°C, con paneles sándwich aislantes machihembrados de acero prelacado Basic Frigo TP-SM "ACH", de 100 mm de espesor y 1130 mm de anchura, Euroclase B-s2, d0 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, formados por doble cara metálica de chapa de acero prelacado, acabado con pintura de poliéster para uso alimentario, color blanco, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, fijados a perfil soporte de acero galvanizado con tornillos autorroscantes, previamente fijado al forjado con tornillos de cabeza hexagonal con arandela (4 ud/m²). Incluso replanteo, mermas, remates perimetrales con perfiles sanitarios, colocación de zócalo sanitario, resolución de encuentros con piezas de esquina y accesorios de fijación. Totalmente montada.</p> <p>Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación y fijación de los paneles. Remates.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².</p>							
P04SA040	m2 PANEL ACH FRIGORÍFICO E=40 MM					49,15	23,52	1.156,01
P04SA030	m2 PANEL ACH FRIGORÍFICO E=60 MM					133,63	17,14	2.290,42
RSI020	<p>m² PAVIMENTO INDUSTRIAL, REALIZADO CON EL SISTEMA SISTEMA MASTERTOP 1700 POLYKIT "BASF", CONSTITUIDO POR SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO</p> <p>Pavimento industrial, realizado con el sistema sistema MasterTop 1700 Polykit "BASF", constituido por solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, extendido y vibrado mecánico mediante extendidora, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados; capa de rodadura de 0,5 a 1,0 de espesor, con recubrimiento de resina epoxi, MasterTop 1710 Polykit "BASF", y capa de acabado de resina epoxi de color blanco RAL 1013.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Resolución de encuentros y puntos singulares. Aplicación con rodillo de la primera capa de resina. Aplicación con rodillo de la segunda capa de resina. Limpieza final del pavimento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera ni la ejecución y el sellado de las juntas.</p>					84,48	20,59	1.739,44
						1.326,24	44,75	59.349,24
TOTAL 06.....								215.564,35

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>07</b>	<b>INSTALACIÓN DE FONTANERÍA</b>							
P18DC010	ud PLATO DUCHA 80X80 CM. COLOR					4,00	73,55	294,20
P18FA080	ud FREGADERO 70X49CM. 1 SENO					1,00	84,37	84,37
P18IA010	ud INOD.T.ALTO C/TAPA-MEC.NORM.B.					9,00	92,96	836,64
P18LL010	ud LAVAMANOS 45X34CM.C/FIJ.COLOR					8,00	67,06	536,48
P18WU010	ud URINARIO MURAL C/FIJAC.BLANCO					2,00	176,68	353,36
E12SGB010	ud SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BOTE SIFÓNICO DE PVC, DE 110 MM. DE DIÁMETRO, COLOCADO EN EL GRUESO DEL FORJADO, CON CUATRO ENTRADAS Suministro y colocación de bote sifónico de PVC, de 110 mm. de diámetro, colocado en el grueso del forjado, con cuatro entradas de 40 mm., y una salida de 50 mm., y con tapa de rejilla de PVC, para que sirva a la vez de sumidero, con sistema de cierre por lengüeta de caucho a presión, totalmente instalado, incluso con conexionado de las canalizaciones que acometen y colocación del ramal de salida hasta el manguetón del inodoro, con tubería de PVC de 50 mm. de diámetro, funcionando. Según DB-HS 5.					25,00	27,15	678,75
P17PR050	m. TUBO POLIETILENO RETICULADO 32MM					32,00	4,39	140,48
P17PR060	m. TUBO POLIETILENO RETICULADO 40MM					65,00	7,15	464,75
P17PR040	m. TUBO POLIETILENO RETICULADO 25MM					30,00	2,76	82,80
<b>TOTAL 07.....</b>								<b>3.471,83</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>08</b>	<b>PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>							
S03CF010	ud EXTINTOR DE POLVO QUÍMICO ABC POLIVALENTE ANTIBRASA DE EFICACIA 34A/233B, DE 6 KG. DE AGENTE EXTINTOR, CON SOPORTE, MANÓMETRO CO Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.							
						8,00	56,85	454,80
P23FB100	ud PULSADOR DE ALARMA							
						3,00	22,75	68,25
P17VT070	m. TUBO PVC PRES.J.PEG.65MM.10 ATM.							
						15,00	4,62	69,30
P23FF300	ud BOCA DE INCENDIO IPF-42, 3"							
						6,00	311,93	1.871,58
E12PFAA010	ud DETECTOR IÓNICO DE HUMOS Detector iónico de humos con base intercambiable, salida para indicador de acción y led de activación. Medida la unidad instalada.							
						1,00	80,85	80,85
<b>TOTAL 08.....</b>								<b>2.544,78</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>09</b>	<b>CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA</b>							
P12PR010	ud VENT.PARAL.1 HOJA S/FIJO 80X180					18,00	944,51	17.001,18
P12LN020	ud PUERTA VAIVÉN 1 HOJA 85X200CM.					17,00	256,12	4.354,04
LIC010	m² PUERTA INDUSTRIAL APILABLE DE APERTURA RÁPIDA, DE ENTRE 2,5 Y 4 M DE ALTURA MÁXIMA, FORMADA POR LONA DE PVC, MARCO Y ESTRUCTURA Puerta industrial apilable de apertura rápida, de entre 2,5 y 4 m de altura máxima, formada por lona de PVC, marco y estructura de acero galvanizado, cuadro de maniobra, pulsador, fotocélula de seguridad y mecanismos, fijada mediante atornillado en obra de fábrica. Incluso limpieza previa del soporte, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Colocación y anclaje del marco con la estructura de acero. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexionado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.							
Spc0010	Puertas 2,50x3,50m	12		2,50	3,50	105,00		
Spc0020	Puertas 2,50x2,50m	2		2,50	2,50	12,50		
						117,50	636,78	74.821,65
LNA010	Ud PUERTA ESTANCA AL AIRE, DE ACERO, (PRESIÓN MÁXIMA 1000 PA), DE 2500X3000 MM. Puerta estanca al aire (fuga de aire de 2 m³/h a 1000 Pa), de acero, de 2500x3000 mm, hoja de puerta de doble pared, de 44 mm de espesor, marco de anclaje de chapa de acero galvanizado con aislamiento de lana de roca, manecillas para accionamiento por ambos lados de aluminio fundido a presión, junta estanca de caucho APT, accionamiento situado en el lado derecho de la puerta. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada. Incluye: Marcado de puntos de fijación y aplomado del marco. Fijación del marco al paramento. Sellado de juntas perimetrales. Colocación de la hoja. Colocación de herrajes de cierre y accesorios. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.							
						1,00	570,61	570,61
P12LP070	ud PUERTA ABATIBLE 2 HOJAS 190X200CM.					1,00	291,57	291,57
<b>TOTAL 09.....</b>								<b>97.039,05</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10	INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO							
P19AC010	ud COMPRESOR AIRE 10 CV. VOLUMEN DE ASPIRACIÓN: 2X840 L/MIN CAUDAL EFECTIVO A 6 BAR: 2X590 L/MIN DEPÓSITO DE PRESIÓN: 350 L					1,00	2.679,88	2.679,88
P19AC030	ud REGULADOR DE PRESIÓN					1,00	118,50	118,50
TOTAL 10.....								2.798,38

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
11	INSTALACIÓN DE VAPOR							
P20CC090	ud CALD.ACERO DE BIOMASA DE AGUA SOBRECALENTADA. SIN CONDENSADOR DE VAPOR. POTENCIA CALORÍFICA 1.300.000 KCAL/H.					1,00	10.996,93	10.996,93
P20TC140	m. TUBO PVC AISL. D=28 MM.I/ACC.					30,00	0,80	24,00
P20TV320	ud FILTRO EN Y DN-50/PN-16					1,00	59,66	59,66
TOTAL 11.....								11.080,59



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
12	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA							
12.06	u EQUIPO DE FRÍO							
						1,00	25.500,00	25.500,00
TOTAL 12.....								25.500,00



# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>13</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>							
P15DC020	ud CONTADOR TRIFÁSICA ACTIVA					1,00	328,68	328,68
E12EGMT010	ud CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA HASTA 30 A. PARA 1 CONTADOR TRIFÁSICO, INCLUSO BASES CORTACIRCUITOS Y FUSIBLES PARA PROTECCI Caja general de protección y medida hasta 30 A. para 1 contador trifásico, incluso bases cortacircuitos y fusibles para protección de línea repartido- ra; para empotrar.Según REBT.					1,00	113,39	113,39
13.04	u LUMINARIA ESTANCA LED Luminaria estanca LED IP65 120 cm Potencia: 40 W Flujo luminoso: 3.600 lm Temperatura de la luz: blanco frío, 6.000 K Vida útil: 50.000 horas							
IED010	m Derivación individual monofásica fija en superficie para garaje, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K ( Derivación individual monofásica fija en superficie para garaje, deli- mitada entre la centralización de contadores o la caja de protección y medida y el cuadro de mando y protección de cada usuario, for- mada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x240+1G120 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en canal protectora de PVC rígido, de 60x150 mm. Incluso accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montada, conexio- nada y probada. Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación de la canal protectora. Tendido de cables. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documen- tación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecu- tada según especificaciones de Proyecto.					8,00	45,00	360,00
13.05	u LUMINARIA LINEAL LED Luminaria lineal LED IP25 148 cm Potencia: 60 W Flujo luminoso: 4.800 lm Temperatura de la luz: blanco natural, 4.200 K Vida útil: 30.000 horas					30,00	195,64	5.869,20
13.06	u PANEL LED Panel LED Slim 60 x 60 cm Potencia: 40 W Flujo luminoso: 4.000 lm Tempe- ratura de la luz: blanco neutro, 4.000 –4.500 K Vida útil: 30.000 horas					10,00	35,00	350,00
						7,00	23,00	161,00

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
ITEM020	<p>Ud INTERRUPTOR UNIPOLAR (1P), GAMA BÁSICA, INTENSIDAD ASIGNADA 10 AX, TENSIÓN ASIGNADA 250 V, CON TECLA SIMPLE, DE COLOR BLANCO Y M</p> <p>Interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco; instalación empotrada.</p> <p>Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la caja para mecanismo empotrado.</p>							
						25,00	10,61	265,25
IEH010	<p>m CABLE MULTIPOLAR RZ1-K (AS), SIENDO SU TENSIÓN ASIGNADA DE 0,6/1 KV, REACCIÓN AL FUEGO CLASE CCA-S1B,D1,A1, CON CONDUCTOR DE COB</p> <p>Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4G2,5 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Tendido del cable. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>							
						472,75	3,74	1.768,09
13.09	<p><b>DERIVACIÓN INDIVIDUAL</b></p> <p>Derivación individual monofásica fija en superficie para garaje, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x240+1G120 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en canal protectora de PVC rígido de 100x60 mm.</p>							
						30,00	130,35	3.910,50
<b>TOTAL 13.....</b>								<b>13.126,11</b>

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>14</b>	<b>MAQUINARIA</b>							
14.01	u BÁSCULA PARA CAMIONES Báscula para camiones con capacidad para 60 toneladas para pesar la cantidad de materia prima recibida y poder cuantificar la producción. Instalación empotrada, sistema electrónico, 6 células de carga, visor electrónico.					1,00	15.300,00	15.300,00
14.02	u LAVADORA POR ASPERSIÓN E INMERSIÓN Realiza un lavado por inmersión completa del producto y su posterior rociado con agua a presión. Capacidad de 1 tonelada/hora. Tanque, boquillas rociadoras, bomba de recirculación y elevador.					2,00	16.538,20	33.076,40
14.03	u CINTA DE SELECCIÓN ÓPTICA Selecciona el producto apto para ser procesado. Rendimiento de 2,5 toneladas/hora. Sensores en la parte superior e inferior, sistema de luces led, cámaras e infrarrojo cercano y eyectores inteligentes.					1,00	9.174,50	9.174,50
14.04	u TRITURADORA					1,00	11.200,00	11.200,00
14.05	u ESCALDADOR Equipo de acero inoxidable, se alimenta el producto con un transportador de tornillo horizontal y se descarga por una cinta en movimiento. Escaldado a vapor y posterior enfriamiento. Capacidad de 3 toneladas/hora.					1,00	32.100,00	32.100,00
14.06	u TAMIZ Se introduce el producto por la tolva de carga y pasa por unas paletas que filtran la pulpa. Las pepitas y la piel se expulsan por la parte delantera y la pulpa por la parte central. Capacidad de 3 toneladas/hora. Paletas ajustadas al tamiz que realizan el filtrado.					1,00	25.125,00	25.125,00
14.07	u DESAIREADOR Capacidad de 3,5 toneladas/hora. Tanque de vacío y recuperador de aromas.					1,00	8.648,00	8.648,00
14.08	u DEPÓSITOS DE MEZCLADO Tanque de acero inoxidable de 300 litros de capacidad. Boca en la parte superior, entrada/salida de ingredientes y producto final. Motor con agitador, chaqueta de acero inoxidable, martillo de muestreo, ducha de saneamiento, indicador de nivel, controlador de velocidad, panel de control para el agitador, manómetro, termómetro y termostato.					4,00	1.652,00	6.608,00
14.09	u ENVASADORA DE LATAS Equipo de sellado de latas de acero inoxidable automático con movimiento rotatorio. Capacidad de 50 latas/minuto.					1,00	25.100,00	25.100,00

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
14.10	u AUTOCLAVE Equipo de acero inoxidable. Utiliza alta presión y vapor de agua. Temperatura de 120 °C a una presión de 2 bares.					2,00	18.600,00	37.200,00
14.11	u ETIQUETADORA DE LATAS Equipo automático de acero inoxidable de etiquetas autoadhesivas. Introducción manual a la cinta. Capacidad de 4000 latas/hora.					1,00	25.130,00	25.130,00
14.12	u ESTERILIZADOR Equipo de acero inoxidable, aplica una temperatura de 100 °C durante 12 minutos. Capacidad de 3 toneladas/hora.					1,00	28.524,00	28.524,00
14.13	u DEPÓSITO ESTÉRIL Depósito de 3000 litros de capacidad de acero inoxidable					1,00	524,00	524,00
14.14	u ENVASADORA DE BOTES Equipo con sistema giratorio automático. Capacidad de 50 botes/minuto					1,00	24.326,00	24.326,00
14.15	u ETIQUETADORA DE BOTES Máquina automática de etiquetado. Capacidad de 4000 etiquetas/hora.					1,00	15.625,00	15.625,00
14.16	u ENCAJADORA-PALETIZADORA Equipo automático de encajado-paletizado de latas y botes de plástico. Capacidad de 4 t/h.					1,00	8.600,00	8.600,00
14.17	u EQUIPO DE LIMPIEZA CIP Equipo de limpieza móvil y automático. Contiene 1 depósito de 300 litros de capacidad.					1,00	23.050,00	23.050,00
14.18	u CARRETILLA ELEVADORA Carretilla elevadora de capacidad de carga de 1600 kg, velocidad con carga de 17 km/h, desplazamiento lateral, 4 ruedas. Elevación de 4,33 m.					3,00	1.652,00	4.956,00
14.19	u BOMBA DESPLAZAMIENTO POSITIVO					1,00	1.225,50	1.225,50
TOTAL 14.....								335.492,40

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>15</b>	<b>MOBILIARIO</b>							
15.01	u MESA DESPACHO 1500X800X730					1,00	250,00	250,00
15.04	u EQUIPAMIENTO LABORATORIO					1,00	3.000,00	3.000,00
15.05	u BOTIQUÍN					1,00	45,00	45,00
15.07	u ORDENADORES					4,00	654,00	2.616,00
P29EO010	ud SILLA DE OFICINA CON RUEDAS					4,00	47,06	188,24
P29EO050	ud MESA OFICINA 72X152X71CM MELAM.					4,00	290,13	1.160,52
P29EO020	ud SILLA TRABAJO C/RUED.AJUS.ALTURA					4,00	153,38	613,52
15.06	u OTROS					1,00	1.000,00	1.000,00
<b>TOTAL 15.....</b>								<b>8.873,28</b>

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
16	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD							
TOTAL 16.....								2.225,70



# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>17</b>	<b>URBANIZACIÓN</b>							
U09PE210	ud LIGUSTRUM JAPONICUM 0,8-1 m.CONT Ligustrum japonicum (Aligustre del Japón) de 0,8 a 1 m. de altura, suministrado en contenedor y plantación en hoyo de 0,8x0,8x0,8 m., incluso apertura del mismo con los medios indicados, abonado, formación de alcorque y primer riego.					7,00	8,24	57,68
U09PB040	ud LIGUSTRUM JAPONICUM 12-14 cm.CO. Ligustrum japonicum (Aligustre del Japón) de 12 a 14 cm. de perímetro de tronco, suministrado en contenedor y plantación en hoyo de 1x1x1 m., incluso apertura del mismo con los medios indicados, abonado, formación de alcorque y primer riego.					9,00	47,14	424,26
P24QS010	kg PINTURA RESINAS (MARCAS VIALES)					1,00	8,60	8,60
P13VS010	m MALLA S/T GALV.CAL. 40/14 STD					320,00	1,89	604,80
P13CM070	ud EQUIPO PUERTA AUTOM.P.SECCIONAL INDUST.					1,00	622,50	622,50
TOTAL 17.....								1.717,84
TOTAL.....								944.668,70





# RESUMEN DEL PRESUPUESTO

TRABAJO FIN DE GRADO

PLANTA DE PROCESADO PARA LA ELABORACIÓN DE DERIVADOS DE TOMATE

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	2.090,00	0,41
02	CIMENTACIONES.....	114.723,99	22,73
03	ESTRUCTURA.....	31.541,18	6,25
04	SANEAMIENTO.....	9.741,79	1,93
05	CUBIERTA.....	67.137,43	13,30
06	SOLERA, CERRAMIENTOS Y TABIQUES.....	215.564,35	42,70
07	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	3.471,83	0,69
08	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	2.544,78	0,50
09	CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA.....	97.039,05	19,22
10	INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO.....	2.798,38	0,55
11	INSTALACIÓN DE VAPOR.....	11.080,59	2,19
12	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA.....	25.500,00	5,05
13	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	13.126,11	2,60
14	MAQUINARIA.....	335.492,40	66,46
15	MOBILIARIO.....	8.873,28	1,76
16	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	2.225,70	0,44
17	URBANIZACIÓN.....	1.717,84	0,34
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>944.668,70</b>	
	13,00 % Gastos generales.....	122.806,93	
	6,00 % Beneficio industrial.....	56.680,12	
	Suma.....	179.487,05	
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA</b>		<b>1.124.155,75</b>	
	21% IVA.....	236.072,71	
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>		<b>1.360.228,46</b>	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS SESENTA MIL DOSCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Logroño, 7 de Septiembre de 2020.

